

**T.C.**  
**BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİNGÖL BALININ PAZARLANMASI VE KALİTESİ ÜZERİNE TARIM KREDİ  
KOOPERATİFİNİN ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SUPHİ ÇETKİN**

**ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI**  
**Prof. Dr. TURGAY ŞENGÜL**

**BİNGÖL-2025**

## ÖNSÖZ

Gerek bilimsel anlamda gerek se insani değerler bakımından kendisinden çok şey öğrendiğim, tez konusunun belirlenmesinden sonuçlanmasına kadar her aşamada bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, danışmanım Prof. Dr. Turgay ŞENGÜL hocama teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışmaları süresince yardımlarını ve bilgi birikimini esirgemeyen, çalışmanın tamamlanabilmesi için gerekli desteği veren zootečni bölüm hocası Hakan İNCİ'ye ve Arş. Gör. Dr. Ersin KARAKAYA teşekkür ederim.

Son olarak bende büyük emekleri olan, benim için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve dualarını esirgemeyen aileme tezin hazırlanması sırasında gösterdikleri sabır, fedakârlık ve desteklerinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

**Suphi ÇETKİN**

**Bingöl 2025**

# İÇİNDEKİLER

|                                                                         |      |
|-------------------------------------------------------------------------|------|
| ÖNSÖZ.....                                                              | i    |
| İÇİNDEKİLER .....                                                       | ii   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....                                    | iv   |
| ŞEKİLLER LİSTESİ.....                                                   | v    |
| TABLolar LİSTESİ.....                                                   | vi   |
| ÖZET.....                                                               | viii |
| ABSTRACT.....                                                           | ix   |
| 1. GİRİŞ.....                                                           | 1    |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ.....                                                 | 5    |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....                                              | 11   |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....                                            | 13   |
| 4.1. Analize Gönderilen Bal Numunelerinin Gönderim Şekli.....           | 13   |
| 4.2. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Analize Gönderilen Miktarı .....   | 13   |
| 4.3. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Sıcaklık Değeri.....               | 15   |
| 4.4. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Nem İçeriği .....                  | 17   |
| 4.5. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Diastaz Sayısı Değeri .....        | 19   |
| 4.6. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Elektriksel İletkenlik Değeri..... | 20   |
| 4.7. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Prolin Değeri (mg/kg) .....        | 22   |
| 4.8. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Serbest Asitlik Değeri .....       | 24   |
| 4.9. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Hidroksimetil Furfural (HMF).....  | 26   |
| 4.10. Analiz Edilen Bal Numunelerinin C4 Şeker Oranı (%) .....          | 28   |
| 4.11. Analiz Edilen Bal Numunelerinin C13 Değeri Arasındaki Fark .....  | 30   |
| 4.12. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Delta C13 Protein Değeri.....     | 31   |
| 4.13. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Şeker Kompozisyonu (g/100g) ..... | 34   |
| 4.13.1. Fruktöz oranı .....                                             | 35   |
| 4.13.2. Glukoz oranı .....                                              | 36   |
| 4.13.3. Maltoz ve sakaroz oranı .....                                   | 38   |
| 4.13.4. Fruktöz/glukoz oranı .....                                      | 40   |

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 4.13.5. Fruktoz+glukoz ..... | 42 |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER..... | 44 |
| KAYNAKLAR .....              | 47 |
| EKLER.....                   | 54 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

|           |                                                           |
|-----------|-----------------------------------------------------------|
| %         | : Yüzde                                                   |
| g         | : Gram                                                    |
| kg        | : Kilogram                                                |
| p         | : Anlamlılık Değeri                                       |
| vd        | : Ve diğerleri                                            |
| TÜİK      | : Türkiye İstatistik Kurumu                               |
| FAO       | : Food and Agriculture Organization of the United Nations |
| ₺         | : Türk Lirası                                             |
| SPSS      | : Statistical Package for the Social Sciences             |
| vb        | : Ve benzeri                                              |
| TAB       | : Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği              |
| Apimondia | : Dünya Arıcılar Birliği                                  |
| AB        | : Avrupa Birliği                                          |
| TKK       | : Tarım kredi kooperatifi                                 |
| TGK       | : Türk Gıda Kodeksi                                       |
| GDO       | : Genetiği Değiştirilmiş Organizma                        |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.1. Analiz edilen bal numune miktarlarının yıllar itibariyle değişimi .....                        | 14 |
| Şekil 4.2. Analiz edilen bal numunelerinin sıcaklık değerlerinin (°C) yıllar itibariyle değişimi.....     | 16 |
| Şekil 4.3. Bal numunelerinin nem değerlerinin yıllar itibariyle değişimi .....                            | 18 |
| Şekil 4.4. Bal numunelerinin diastaz sayısı değerlerinin yıllar itibariyle değişimi .....                 | 20 |
| Şekil 4.5. Bal numunelerinin elektriksel iletkenlik değerlerinin (mS/cm) yıllar itibariyle değişimi ..... | 21 |
| Şekil 4.6. Bal numunelerinin prolin değerlerinin (mg/kg) yıllar itibariyle değişimi.....                  | 23 |
| Şekil 4.7. Bal numunelerinin serbest asitlik değerlerinin yıllar itibariyle değişimi.....                 | 25 |
| Şekil 4.8. Bal numunelerinin HMF değerlerinin yıllar itibariyle değişimi.....                             | 27 |
| Şekil 4.9. Bal numunelerinin C4 şeker oranı değerlerinin yıllar itibariyle değişimi....                   | 29 |
| Şekil 4.10. Bal numunelerinin C13 değerleri arasındaki farkın yıllara ait değişimi.....                   | 31 |
| Şekil 4.11. Bal numunelerinin delta C13 protein değeri (%)’nin yıllara ait değişimi....                   | 32 |
| Şekil 4.12. Bal numunelerinin delta C13 ham bal değerinin yıllar itibariyle değişimi                      | 33 |
| Şekil 4.13. Bal numunelerinin fruktoz oranlarının yıllar itibariyle değişimi.....                         | 36 |
| Şekil 4.14. Bal numunelerinin glukoz kompozisyonunun yıllar itibariyle değişimi.....                      | 37 |
| Şekil 4.15. Bal numunelerinin maltoz ve sakaroz oranlarının yıllar itibariyle değişimi..                  | 39 |
| Şekil 4.16. Bal numunelerinin fruktoz/glukoz oranının yıllar itibariyle değişimi.....                     | 42 |
| Şekil 4.17. Bal numunelerinin fruktoz+glukoz oranının yıllar itibariyle değişimi.....                     | 43 |

## TABLÖLAR LİSTESİ

|             |                                                                                                 |    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 1.1.  | Türkiye’de faaliyet gösteren tarımsal amaçlı kooperatifler.....                                 | 3  |
| Tablo 4.1.  | Yıllar itibariyle bal numune miktarları için Anova testi sonuçları.....                         | 13 |
| Tablo 4.2.  | Bal numunelerinin miktarına (g) ilişkin tanımlayıcı değerler.....                               | 14 |
| Tablo 4.3.  | Analiz edilen bal numunelerinin sıcaklık değerine (°C) ait anova testi sonuçları.....           | 16 |
| Tablo 4.4.  | Analizi yapılan bal numunelerinin sıcaklık değerlerine (°C) ait tanımlayıcı değerler.....       | 16 |
| Tablo 4.5.  | Bal numunelerinin nem içeriklerine (%) ait Anova testi sonuçları.....                           | 17 |
| Tablo 4.6.  | Bal numunelerinin nem içeriklerine (%) ait tanımlayıcı değerler.....                            | 18 |
| Tablo 4.7.  | Bal numunelerinin diastaz sayılarına ait Anova testi sonucu.....                                | 20 |
| Tablo 4.8.  | Bal numunelerinin diastaz sayısı değerlerine ait tanımlayıcı değerler....                       | 20 |
| Tablo 4.9.  | Bal numunelerinin elektriksel iletkenlik değerine ait Anova testi sonuçları.....                | 21 |
| Tablo 4.10. | Bal numunelerinin elektriksel iletkenlik değerine (mS/cm) ait tanımlayıcı değerler.....         | 21 |
| Tablo 4.11. | Bal numunelerinin prolin değerine ait Anova testi sonuçları.....                                | 23 |
| Tablo 4.12. | Bal numunelerinin prolin değerine ait (mg/kg) tanımlayıcı değerler.....                         | 23 |
| Tablo 4.13. | Bal numunelerinin serbest asitlik değerine ait Anova testi sonuçları.....                       | 24 |
| Tablo 4.14. | Bal numunelerinin serbest asitlik değerine ait (meq/kg) tanımlayıcı değerler.....               | 25 |
| Tablo 4.15. | Bal numunelerinin HMF değerine ait Anova testi sonuçları.....                                   | 26 |
| Tablo 4.16. | Bal numunelerinin HMF değerlerine (mg/kg) ilişkin tanımlayıcı değerler.....                     | 27 |
| Tablo 4.17. | Bal numunelerinin C4 şeker oranı değerine ait Anova testi sonuçları....                         | 28 |
| Tablo 4.18. | Bal numunelerinin C4 şeker oranı değerine ait tanımlayıcı değerler....                          | 29 |
| Tablo 4.19. | Bal numunelerinin C13 değerleri arasındaki farklılık değerlerine ait Anova testi sonuçları..... | 30 |

|             |                                                                                                |    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 4.20. | Bal numunelerinin C13 değerleri arasındaki farklılık değerlerine ait tanımlayıcı değerler (%). | 30 |
| Tablo 4.21. | Bal numunelerinin delta C13 protein değerine ait Anova testi sonuçları.                        | 32 |
| Tablo 4.22. | Bal numunelerinin delta C13 protein değerlerine ait tanımlayıcı değerler (%).                  | 32 |
| Tablo 4.23. | Bal numunelerinin delta C13 ham bal değerine ait Anova testi sonuçları.                        | 33 |
| Tablo 4.24. | Bal numunelerinin delta C13 ham bal değerlerine ait tanımlayıcı değerler (%).                  | 33 |
| Tablo 4.25. | Bal numunelerinin delta C13 protein ve delta C13 ham bal değerleri arasındaki farklılıklar.    | 34 |
| Tablo 4.26. | Doğal balda şeker kompozisyonu.                                                                | 35 |
| Tablo 4.27. | Bal numunelerinin fruktoz oranlarına ait Anova F testi sonuçları.                              | 36 |
| Tablo 4.28. | Bal numunelerinin fruktoz oranlarına (%) ilişkin için tanımlayıcı değerler.                    | 36 |
| Tablo 4.29. | Bal numunelerinin glukoz oranlarına ait Anova testi sonuçları.                                 | 37 |
| Tablo 4.30. | Bal numunelerinin glukoz oranlarına ilişkin tanımlayıcı değerler.                              | 37 |
| Tablo 4.31. | Bal numunelerinin maltoz ve sakaroz oranlarına ait Anova testi sonuçları.                      | 39 |
| Tablo 4.32. | Bal numunelerinin maltoz ve sakaroz oranlarına (%) ilişkin tanımlayıcı değerler.               | 39 |
| Tablo 4.33. | Bal numunelerinin fruktoz/glukoz oranına ait Anova testi sonuçları.                            | 41 |
| Tablo 4.34. | Bal numunelerinin fruktoz/glukoz oranlarına ait tanımlayıcı değerler.                          | 41 |
| Tablo 4.35. | Bal numunelerinin fruktoz+glukoz oranına ait Anova testi sonuçları.                            | 42 |
| Tablo 4.36. | Bal numunelerinin fruktoz+glukoz oranına (g/100 g) ait tanımlayıcı değerler.                   | 43 |

# BİNGÖL BALININ PAZARLANMASI ve KALİTESİ ÜZERİNE TARIM KREDİ KOOPERATİFİNİN ETKİSİ

## ÖZET

Bu çalışma, Bingöl ilinde üretilen balların kalitesi ve pazarlanması üzerine Tarım ve Kredi Kooperatifinin uygulamalarının etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Kooperatif aracılığıyla üreticiden alınan balların, akredite laboratuvarlarda kalite analizleri yapıldıktan sonra standartlara uygun olanların satın alınarak pazarlanması, Bingöl balının kalitesinin artması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla, son 6 yıllık dönemde üreticiden alınan balların analiz sonuçlarına ilişkin değerler incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Ballardan analiz yapılmak üzere her birinden ortalama 740,33 g numune alınmıştır. Ballarda numune sıcaklığı ise ortalama 20,56 °C olarak belirlenmiştir. 2019-2024 yılları arasında üretilen ballardan alınan numunelerin analiz sonuçlarına ilişkin ortalama değerler; balın nem içeriği %16,84, diastaz sayısı 20,72, elektriksel iletkenlik 0,28 mS/cm, prolin değeri 608,25 mg/kg, delta C13 protein değeri %-8,87, serbest asitlik değeri 16,94 meq/kg, HMF değeri 2,88 mg/kg, C4 şeker oranı %0,20, C13 değerleri arasındaki fark %0,08, delta C13 ham bal değeri %-8,95, fruktoz oranı %40,45, glukoz oranı %32,59, maltoz oranı %0,06, sakaroz oranı %0,24, fruktoz/glukoz oranı 1,24 ve fruktoz+glukoz oranı 73,11 g/100g olarak bulunmuştur. Balların kalite özellikleri, incelenen yıllara göre analiz edildiğinde bazı parametreler bakımından yıllar arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Delta C13 protein değerleri, delta C13 ham bal değerler, fruktoz oranları ve glukoz oranları bakımından yıllar arasındaki farklılıklar önemli olurken, diğer özellikler arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Ancak, 2019-2024 yıllarında üretilen ve analiz edilerek satın alınan balların tümünün Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olduğu saptanmıştır. Üreticileri daha kaliteli bal üretimine zorlayan Tarım Kredi Kooperatifinin yürüttüğü bu uygulama, Bingöl balının kalitesinin artmasına büyük katkı sağlamıştır. Ayrıca, piyasada gittikçe artan tağşişli ve sahte ballar nedeniyle tüketicinin mağdur olmaması ve sağlıklı ürün tüketmemesi açısından da büyük önem taşımaktadır. Tarım ve Kredi kooperatifi, üreticiden alıp analize gönderdiği balların standartlara uygun olması durumunda, bunları kendi marketlerinde satışa sunması aynı zamanda üreticinin balının pazarlanması bakımından da oldukça önemlidir. Sonuç olarak, Tarım ve Kredi kooperatifinin başlatmış olduğu bu uygulama, hem üreticiye sağladığı üretim ve pazarlama aşamalarındaki destekler, hem de tüketiciye ekonomik yönden ve sağlıklı gıda tüketimi açısından sağladığı yararlar değerlendirildiğinde, en azından üreticinin arzu edilen üretim bilinci düzeyine ulaşmaya kadar sürdürülmesi yararlı olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Bingöl balı, Tarım kredi kooperatifi, bal kalitesi, pazarlama.

# THE EFFECT OF AGRICULTURAL CREDIT COOPERATIVE ON THE MARKETING AND QUALITY OF BİNGÖL'S HONEY

## ABSTRACT

This study was carried out to examine the effects of the practices of the Agriculture and Credit Cooperative on the quality and marketing of honey produced in Bingöl province. It is of great importance to increase the quality of Bingöl honey by purchasing and marketing the honey purchased from the producers through the cooperative, after quality analysis in accredited laboratories. For this purpose, the values related to the analysis results of honey purchased from producers in the last 6 years were examined and evaluated. An average of 740.33 g samples was taken from each honey for analysis. The average sample temperature in honey was determined as 20.56 °C. Average values of the analysis results of samples taken from honey produced between 2019-2024; moisture content of honey is 16.84%, diastase number is 20.72, electrical conductivity is 0.28 mS/cm, proline value is 6.08.25 mg/kg, delta C13 protein value is -8.87%, free acidity value is 16.94 meq/kg, HMF value is 2.88 mg/kg, C4 sugar rate is 0.20%, difference between C13 values is 0.08%, delta C13 raw honey value was found to be -8.95%, fructose rate was 40.45%, glucose rate was 32.59%, maltose rate was 0.06%, sucrose rate was 0.24%, fructose/glucose rate was 1.24 and fructose+glucose rate was 73.11 g/100g. When the quality characteristics of honey were analyzed according to the years examined, significant differences were observed between years in terms of some parameters. While the differences between years were significant ( $P \leq 0.05$ ) in terms of delta C13 protein values, delta C13 raw honey values, fructose rates and glucose rates, the differences between other characteristics were found to be insignificant. However, it was determined that all of the honey produced and analyzed and purchased between 2019-2024 was in compliance with the Turkish Food Codex Honey Communiqué. This practice carried out by the Agricultural Credit Cooperative, which forces producers to produce better quality honey, has contributed greatly to the increase in the quality of Bingöl honey. In addition, it is of great importance to ensure that the consumer does not suffer from the increasingly adulterated and fake honey in the market and does not consume unhealthy products. If the honey that it buys from the producer and sends for analysis meets the standards, the Agricultural and Credit Cooperative sells it in its own markets, which is also very important for the marketing of the producer's honey. As a result, considering both the support it provides to the producer in the production and marketing stages and the benefits it provides to the consumer economically and in terms of healthy food consumption, this practice initiated by the Agriculture and Credit Cooperative will be beneficial to continue at least until the producer reaches the desired level of production awareness.

**Keywords:** Bingöl's honey, beekeeping, agricultural credit cooperative, honey quality, marketing of honey.

## 1. GİRİŞ

Tarım sektörü, doğası gereği bir dizi riskle karşı karşıyadır. İklim değişiklikleri, hastalıklar, zararlılar, fiyat dalgalanmaları gibi faktörler üreticilerin karşılaştığı riskleri artırabilir. Bu nedenle, tarımda riskleri azaltmanın ve sektörü güçlendirmenin yollarından biri üreticilerin örgütlenmesidir (Yercan, 2003). Tarımsal kooperatifler, üreticilerin bir araya gelerek kaynaklarını birleştirmesi, pazarlık güçlerini artırması ve riskleri paylaşması açısından önemli bir rol oynar. Kooperatifler, üyeler arasında bilgi ve deneyim paylaşımını sağlayarak tarım uygulamalarını iyileştirebilir ve yenilikçiliği teşvik edebilirler. Ayrıca, üyelerinin ürünlerini toplu olarak pazarlayarak daha iyi fiyatlar elde etmesini sağlayabilirler. Yine aynı şekilde, kooperatifler aracılığıyla yapılan satın alımlar da maliyetleri düşürebilir ve üreticilere tasarruf sağlayabilir. Tarımsal kooperatiflerin temel görevlerinin başında, çiftçilerin ekonomik haklarını korumak gelmektedir (Turan ve Mülâyim, 1994; Acar ve Yıldırım, 2000). Tarımsal kooperatifler, çiftçiye sağladığı ekonomik yararlar yanında, yöresel ve bölgesel kalkınmada önemli görevler üstlenmektedir (Çıkin ve Yercan, 1995; Acar ve Yıldırım, 2000). Öte yandan, kooperatifler çeşitli hizmetler sunarak üyelerin ihtiyaçlarını karşılayabilirler. Bu hizmetler arasında tarım danışmanlığı, eğitim, teknik destek, finansal hizmetler gibi alanlar bulunmaktadır. Sonuç olarak, tarımsal kooperatifler, üreticilerin güçlerini birleştirerek riskleri azaltabilir, pazarlık güçlerini artırabilir ve sektörde daha sürdürülebilir bir yapı oluşturabilirler. Bu nedenle, örgütlenmenin temelini oluşturan tarımsal kooperatifler, tarım sektörünün güçlenmesi ve gelişmesi için önemli bir araçtır. Kooperatifler, insanların ortak ihtiyaçlarını karşılamak ve daha iyi yaşam koşulları sağlamak için bir araya gelerek oluşturdukları yapılar olarak önemli bir rol oynamaktadır. Tarımsal amaçlı kooperatifler, özellikle gıda üretimi ve temininde insanların iş birliği yaparak ihtiyaçlarını karşıladığı önemli bir örnektir. Arıcılık kooperatifleri de tarımsal amaçlı kooperatifler arasında yer alır ve arı ürünlerinin üretiminde ve pazarlanmasında iş birliği sağlar. Arıcılık kooperatifleri, arıcılık faaliyetleriyle uğraşan bireylerin bir araya gelerek kaynaklarını birleştirmesi, ekipman ve bilgi paylaşımı yapması gibi konularda destek sağlar. Bu şekilde, arıcılık kooperatifleri üyelerinin gelirini artırmak, ürün

kalitesini iyileştirmek ve pazarlama olanaklarını genişletmek için etkili bir platform sağlar. Arı kolonileri, doğal bir iş birliği ve organizasyon örneği olarak da öne çıkar. Bir arı kolonisi, binlerce bireyin bir araya gelerek birlikte çalışmasıyla işlerini yürütür. Her arı, kendi görevini yerine getirirken, koloni genelindeki hedeflere ulaşmak için birlikte çalışır. Bu, kooperatif anlayışının doğadaki örneklerinden biri olarak görülebilir. Arılar, insanlar için değerli olan balın yanı sıra, diğer arı ürünleri olan propolis, arı sütü, polen gibi ürünleri de üretirler. Bu ürünler sadece besin kaynağı olarak değil, aynı zamanda sağlık ve tedavi amaçlı olarak da kullanılır. Özellikle son yıllarda doğal ve organik ürünlere olan talebin artmasıyla arı ürünlerinin önemi daha da artmıştır. Arıcılık kooperatifleri, Türkiye'de örgütlenme faaliyetlerini tamamlamış ve Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği (TAB), İl Birlikleri gibi yapılar şeklinde örgütlenmiştir. TAB, 2005 yılında Dünya Arıcılar Birliği (Apimondia) üyesi olmuş ve Türkiye'nin arıcılığını uluslararası platformlarda temsil etmek için önemli bir adım atmıştır. Türkiye, bal üretimi bakımından Dünya'da önemli bir yere sahip olmasına rağmen, bunu bazı nedenlerle ihracata gerektiği ölçüde yansıtamamıştır. Bunun nedenlerinden biri, üretim aşamasındaki bazı hatalar, ihmaller ve dikkatsizlikler nedeniyle balımızın Avrupa Birliği (AB) standartlarına uygun olmamasıdır. Bu durum, Türk balının AB ülkelerine ihracatında zaman zaman sorun oluşturmakta ve ürünlerin geri çevrilmesine yol açabilmektedir. Arıcılık kooperatifleri, Türk Gıda Kodeksi Bal Standartlarına uyumu sağlamak için kendi içlerinde bir otokontrol sistemi oluşturabilirler. Bu otokontrol sistemi, üretim sürecinde standartlara uygunluğu sağlamak, kalite kontrolünü artırmak ve olası hataları önceden tespit ederek düzeltmek amacıyla kullanılabilir. Bu sayede, Türkiye'nin balı AB standartlarına uygun hale gelebilir ve ihracat potansiyeli artabilir. Arıcılık kooperatifleri, üyelerini eğitmek, teknik destek sağlamak, kalite kontrol süreçlerini yönetmek ve denetlemek gibi faaliyetlerle Türk balının uluslararası pazarlarda rekabet edebilir hale gelmesine katkıda bulunabilirler. Böylece, arıcılık sektörümüz uluslararası alanda daha rekabetçi hale gelirken, ülke ekonomisine de önemli katkı sağlayabilir. Türkiye'de tarımla ilgili toplam 11.867 adet kooperatif mevcut olup, bu kooperatiflerin 3.611.475 adet ortağı bulunmaktadır.

Tablo 1.1. Türkiye’de faaliyet gösteren tarımsal amaçlı kooperatifler

| Tabi Olduğu Kanun | Kooperatif Türü               | Kooperatif Sayısı | Ortak Sayısı     |
|-------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|
| 1163 S.K.         | Tarımsal Kalkınma Kooperatifi | 6.835             | 737.404          |
| 1163 S.K.         | Sulama Kooperatifi            | 2.485             | 318.859          |
| 1163 S.K.         | Su Ürünleri Kooperatifi       | 570               | 30.774           |
| 1163 S.K.         | Pancar ekicileri Kooperatifi  | 31                | 1.391.892        |
| 4572 S.K.         | Tarım Satış Kooperatifi       | 331               | 332.375          |
| 1581 S.K.         | Tarım Kredi Kooperatifi       | 1.615             | 800.171          |
| <b>Toplam</b>     |                               | <b>11.867</b>     | <b>3.611.475</b> |

Kaynak: Tarım Reformu Genel Müdürlüğü (2022).

Tarım Kredi Kooperatifleri Malatya Bölge Birliğine bağlı 2763 Sayılı Bingöl Tarım Kredi Kooperatifi coğrafi işaretli, analizi yapılan ve kalitesi tescillenen Bingöl balı alımlarına devam etmektedir. Tarım Kredi Kooperatifleri Malatya Bölge Birliği, bu yıl Bingöl ilindeki üreticilerden 435 ton bal alımı yaparak üretimin yaklaşık %50’sini ürün değerlendirme kapsamında alarak tüketiciyle buluşturmuştur. Bingöl, TÜİK verilerine göre 2022 yılında 160 bin ve 1.489 ton bal üretimiyle iller arasında 20. sırada bulunmaktadır. Bingöl balı, Bingöl Üniversitesi'nin önemli katkılarıyla coğrafi işaret olarak tescillenmiş ve Türkiye genelinde tanınırlığının artırılması amacıyla önemli adımlar atılmıştır. Tarım Kredi Kooperatiflerinin bal alımına başlamasıyla, 2020-2022 yılları arasında üreticiden toplam 455 ton bal alınmıştır. 2023 yılında ise, toplam 111 üreticiden neredeyse geçmiş iki yılın toplamı kadar (435 ton) bal alınmıştır. Tarım Kredi Kooperatiflerinin önümüzdeki yıllarda da bal alımına devam edeceği ve alım miktarının Bingöl'de üretilen toplam balın %50'sine ulaşacağı öngörülmektedir. Tarım Kredi Kooperatiflerinin Bingöl balını alarak piyasaya sunması, markalaşma ve pazarlama açısından bölge arıcılığına büyük katkı sağlayacaktır. Bu sayede, tüketicilerin raflarda kaliteli bal bulabilmesini mümkün olabilecek ve sürdürülebilir bir üretim ve pazarlama süreci sağlanacaktır. Kooperatifler, sözleşmeli üretim modeliyle bölgedeki üreticilerin büyük bir kısmının balını almaktadırlar. Kooperatifler, kuruluş amacına uygun olarak, üretim dönemi boyunca üreticilerin tüm ihtiyaçlarını karşılamakta ve hasat dönemi sonunda aldığı balları kalite bakımından analize tabi tutmaktadır. Yapılan bal analiz sonuçlarının olumlu çıkması durumunda, üretilen bal kooperatif marketlerinin raflarında

tüketicilere sunulmaktadır. Bal analizlerinin sonucunda, arzu edilen standartlara sahip olmayan ballar üreticiden alınmamaktadır. Bu uygulama, üreticileri daha kaliteli bal üretme açısından teşvik edici olmakta ve bölgede üretilen balların kalitesinin gün geçtikçe daha iyiye doğru gitmesine neden olmaktadır. Bal kalite analizleri sonucu olumlu olan balların doğal olarak piyasa değeri de artmaktadır. Bu durum, üreticilerin ballarını çok daha kolay pazarlamalarına ve tüketicilere kaliteli ürünler sunmalarına katkı sağlamaktadır. Bingöl Tarım Kredi Kooperatifinin üreticilerin balını alarak yapmış olduğu kalite analizleri ile üreticilere sağladığı yararlar aşağıda verilmiştir:

- Tarım Kredi Kooperatifi, Bingöl'deki arıcıları destekleyerek onların ballarını daha yüksek fiyatla pazarlama imkânı sunar ve böylece üreticilerin gelirini artırır.
- Tarım Kredi Kooperatifi, geniş bir pazarlama ağına sahip olduğundan Bingöl balının farklı bölgelere ulaşmasını sağlayarak tanıtımını yapar ve tüketicilere ulaşmasını kolaylaştırır.
- Tarım Kredi Kooperatifi, almış olduğu balları kalite kontrolünden geçirerek tüketicilere yüksek kaliteli ürün sunar. Bu uygulama aynı zamanda, Bingöl balının kalitesinin korunmasına ve tüketicilerin güvenini kazanmasına yardımcı olmaktadır.
- Tarım Kredi Kooperatifi, Bingöl balının markalaşmasına ve tanıtılmasına yardımcı olmaktadır. Bu durum hem Bingöl balının tanınırlığının artmasına hem de bölge ekonomisine katkı sağlamaktadır.
- Tarım Kredi Kooperatifi, Bingöl balının sürdürülebilir bir şekilde üretilmesine ve pazarlanmasına destek vererek hem çevresel hem de ekonomik açıdan sürdürülebilirlik sağlar.

Tarım Kredi Kooperatifinin yapmış olduğu bu uygulama, Bingöl balının pazarlanmasına olan katkısı, bölgedeki arıcıların desteklemesi, üreticileri geniş bir pazarlama ağından yararlandırması, kalite kontrolü yapması, markalaşma ve tanıtıma destek olması ve sürdürülebilirlik sağlaması gibi faktörler nedeniyle bölge arıcılığı açısından oldukça önemlidir. Bu sayede, Bingöl balının daha geniş kitlelere ulaşması ve bölge ekonomisine daha fazla katkı sağlaması beklenmektedir.

Bu çalışma, Bingöl Tarım Kredi Kooperatifinin bal üreticilerine gerek üretim öncesi gerekse üretim dönemi ve hasat sonrasında sağladığı katkıların üretilen balın kalitesine ne ölçüde etkili olduğu ve analizi yapılan balların pazarlama aşamasında sahip olduğu avantajların belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çıkın (2013) göre, kooperatiflerin diğer işletmelerden ayıran en önemli özellik, katılımcı yönetim modeline sahip olmalarıdır. Bu modelde, üyeler demokratik bir şekilde yönetime katılır ve kararlar eşit olarak alınır. Kooperatifler, kâr amacı gütmeyen yapılarıyla ortaklarının çıkarlarını gözetir ve kooperatifin hedeflerine hizmet eder. Bu yönüyle kooperatifler, ekonomik ve sosyal açıdan önemli bir rol üstlenir. Ülke ekonomisine katkıları, istihdam yaratma, gelir dağılımını dengeleme ve yerel ekonomileri güçlendirme gibi unsurlarla öne çıkar. Ayrıca, ortaklarına daha iyi üretim ve pazarlama imkânları sunarak, büyük bir kurum olma niteliği taşır. Kooperatifçilik, katılımcı yönetim modeli ve sağladığı avantajlarla sosyo-ekonomik alanda önemli bir akım olarak kabul edilir.

İnan (2004) tarımsal kooperatiflerin üreticilerin bireysel olarak karşılayamadıkları ihtiyaç ve talepleri topluca gerçekleştirmek amacıyla bir araya geldikleri ve demokratik bir şekilde yönetilen özerk örgütler olduğunu bildirmiştir.

Tarımsal Kalkınma Kooperatifleri, çiftçilerin ihtiyaçları doğrultusunda devlet teşvikleriyle kurulmuş bağımsız kuruluşlardır. Temel amaçları, ortaklarının bitkisel, hayvancılık, ormancılık gibi üretimlerini geliştirmek, ihtiyaçlarını karşılamak ve ürünlerini işleyip pazarlamaktır. Bu kooperatifler, ortaklarının ekonomik ve sosyal gelişimlerine katkı sağlamayı hedefler. Çok amaçlı kooperatifler olarak, tarımsal faaliyetleri bünyelerinde barındırarak çiftçilerin gelirini doğrudan etkilerler (Köroğlu, 2003).

Türkiye'deki çağdaş kooperatifçiliğin gelişimi, 1863 yılında devlet tarafından kurulan "memleket sandıkları" ile başlamıştır. Bu sandıklar, tarım kredi kooperatifçiliğine benzer bir yapıda oluşturulmuştur. Ancak, kooperatifçiliğin gerçek anlamda gelişimi Cumhuriyet Dönemi'ne dayanır. 1920-1938 yılları arasında, Türkiye'de kooperatiflere yönelik tüm hukuki düzenlemeler, ATATÜRK önderliğinde yapılmıştır (Erçin, 2002).

Toplumsal ve ekonomik faktörler göz önüne alındığında, kooperatifçilik ilk olarak tarımsal alanda ortaya çıkmış ve uzun yıllar bu alanda yoğunlaşmıştır. Ancak, ekonomik ve sosyal yapıda meydana gelen değişiklikler sonucunda, ihtiyaçlara bağlı olarak kooperatifçilik konut inşaatı, tüketim, kredi-kefalet ve taşımacılık gibi farklı alanlara da yayılmaya başlamıştır (Özcan, 2007).

Aydın (2021) tarafından yapılan bir araştırmada, Samsun ili Bafra ilçesindeki çiftçilerin Tarım Kredi Kooperatifi (TKK)'ne ortak olmalarını etkileyen faktörler bağımsız örneklem t-testi ile incelenmiş ve TKK'ye üye olan çiftçilerin sosyo-ekonomik açıdan daha avantajlı oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Engin ve Özdemir (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, Tekirdağ Bölge Birliği'ne bağlı tarım kredi kooperatifi ortaklarının memnuniyetleri ve kooperatifçilik bilinci incelenmiş ve ortakların, TKK'den girdi temininden memnun oldukları ancak faiz oranlarından memnun olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Tarımsal ürünlerin pazarlanması sürecinde tarımsal kooperatiflerin ve birliklerin rolünü inceleyen birçok araştırma bulunmaktadır (Sayın vd., 2007; Yılmaz ve Aydoğmuş, 2007; Everest, 2009; Can vd., 2014; Can, 2015; Kılıç Topuz, 2017; Koç ve Uzmay, 2018).

Yılmaz ve Aydoğmuş (2007) tarafından yapılan bir araştırmada, yaş sebze ve meyve üretiminin pazarlanmasında kooperatifler ve üretici birliklerinin rolü incelenmiş ve kooperatiflerin, pazarlama sürecinde daha etkili olabilmek için daha fazla çaba sarf etmeleri gerektiği sonucuna varılmıştır.

Everest (2009) tarafından yapılan bir araştırmada, Çanakkale ilindeki tarımsal kalkınma kooperatiflerinde tarımsal ürünlerin pazarlanmasında çiftçi örgütlerinin rolü ve önemi incelenmiştir. 74 kooperatif yöneticisinden elde edilen bulgulara göre, kooperatiflerin pazarlama kanalında belirli aşamalara kadar ilerledikleri, ancak ürün pazarlamada etkin olmadıkları ve ürün fiyatlarının belirlenmesinde herhangi bir rol almadıkları tespit edilmiştir.

Can (2015) tarafından yapılan bir araştırmada, Alanya ilinde tarımsal kalkınma kooperatiflerine ortak olan ve olmayan üreticilerin üretim-pazarlama aşamasındaki etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda, kooperatife ortak olan üreticilerin %54,67'sinin ürettikleri domatesi kooperatife sattığı tespit edilmiştir.

Çiftçi (2018) Konya bölgesindeki marketlerde satışa sunulan farklı firmalara ait çiçek ballarının bazı kimyasal özelliklerinin Türk Gıda Kodeksi-Bal Tebliğine uygunluğu kıyaslamasını yapmıştır. Bu amaçla, marketlerde satışa sunulan 5 farklı firmaya ait çiçek ballarında pH, nem, asitlik, diastaz sayısı, prolin, HMF, sakaroz, fruktoz/glukoz oranı, fruktoz + glukoz oranı, protein, delta C13 değerleri arasındaki fark ve C4 şeker oranı analizleri yapılmıştır. Sonuçların Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine uygun olup olmadığı ve diğer örneklerle benzerlik gösterip göstermediği kontrol edilmiştir. Firmalara ait bal örneklerinin sırasıyla pH değerleri;  $4,20 \pm 0,05$ ,  $3,91 \pm 0,01$ ,  $4,00 \pm 0,06$ ,  $4,37 \pm 0,03$ ,  $3,94 \pm 0,01$ ; nem değerleri (%); 17,13, 16,55, 15,48, 16,48, 17,63; asitlik değerleri (meq/kg); 25,75, 22,78, 22,39, 34,06, 20,27; diastaz sayıları, 12,86, 13,02, 14,22, 22,45, 13,46; prolin miktarları (mg/kg); 597,55, 515,17, 581,23, 699,05, 487,81; HMF içerikleri (mg/kg); 4,17, 17,12, 13,06, 6,75, 23,75 olarak tespit edilmiştir. Sırasıyla, fruktoz/glukoz miktarı; 1,06, 1,09, 1,09, 1,19, 1,09; fruktoz + glukoz oranı (g/100g); 70,39, 73,39, 73,52, 65,20, 70,30, balda protein ve ham bal delta C13 değerleri arasındaki fark; -0,55, -0,28, 0,25, 1,95, 0,13; C4 şeker oranı (%); 3,53, 1,93, 0,00, 0,00, 0,00 olarak bulunmuştur. Araştırmada kullanılan firmalara ait bal örnekleri arasında önemli ( $P < 0,01$ ) farklılıklar olmasına rağmen Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine (Anonim, 2012) uygun bulunmuştur.

Bal, bitkilerin çiçeklerinden veya diğer canlı kısımlarından salgılanan nektarın ve bitki üzerinde yaşayan bazı böceklerin, bitkilerin canlı kısımlarından yararlanarak salgıladığı maddelerin, bal arıları (*Apis mellifera*) tarafından toplanması, bileşimlerinin değiştirilip petek gözlerine depo edilmesi ve olgunlaşması sonucunda üretilen doğal bir fonksiyonel gıdadır. Balın kimyasal bileşimi coğrafî ve botanik çeşitliliğine göre değişiklik göstermekle birlikte temel olarak yaklaşık; %82 karbonhidrat, %17 su, %0,7 mineral madde, %0,3 protein ve vitamin, organik asit, fenolik bileşikler ve serbest aminoasit gibi makro ve mikro bileşenlerden oluşmaktadır. Bu bileşenler sayesinde bal antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahip olup hem sindirim sistemine hem de kanser ile tümör hücrelerinin bertaraf edilmesi üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır (Mutlu vd., 2017).

Gültekin Özgüven (2020) çeşitli yörelerdeki bal üreticilerinden temin edilen bir tanesi kestane balı olmak üzere toplam on iki adet çiçek balı numunesinin kalitesinin değerlendirilmesi, botanik kökeninin belirlenmesi ve Türk Gıda Kodeksi (TGK)'ne uygunluğunun değerlendirilmesini amaçlamıştır. Bal numunelerinin nem, elektrik iletkenliği, indirgen ve indirgen olmayan şeker içeriği, ticari glikoz varlığı, hidroksi metil furfural (HMF) miktarı, diastaz aktivitesi, serbest asitlik, prolin miktarı ve suda çözünmeyen katı madde miktarı analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilere göre, toplam on iki çiçek balı örneğinden yedi tanesinin TGK'ye uygun bulunduğu anlaşılmıştır. Bal numunelerinin hiçbirinde ticari glikoz varlığı tespit edilmemiştir. Numunelerin düşük HMF içeriği ve en az 9 olarak tespit edilen diastaz aktivitesi balların uygun depolama koşullarında tutulduğunun göstergesidir. Beklendiği gibi unifloral bir çiçek balı olan kestane balının elektrik iletkenliği ve fruktoz/glikoz oranı diğer multifloral çiçek ballarından farklı bulunmuştur. Son olarak, söz konusu fizikokimyasal özelliklerin coğrafi köken tespitinde kullanılma potansiyelleri değerlendirilmiş ve özellikle nem içeriğinin coğrafi köken tespitinde kullanılabileceği öngörülmüştür. Fizikokimyasal özelliklerin coğrafi köken tespitinde kullanılıp kullanılmayacağının değerlendirilmesi için çok sayıda numune ile çalışmak gerekliliği anlaşılmıştır.

Kutlu ve Bengü (2015) tarafından yapılan bu çalışma Gaziantep ilinin genelinde üretilen balların kimyasal bazı özelliklerini belirlemek amacıyla 2014 yılı üretim sonrası, arı yetiştiricileri birliğine kayıtlı 46 üyeden elde edilen bal örneğinde yapılmıştır. Araştırma sonucunda bulunan değerler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standartlarına göre uygunluğu değerlendirilmiştir. Araştırmada kullanılan bal örneklerinde belirlenen değerler sırası ile, nem miktarı, %13,0-20,4 arasında, ortalama %15,35, HMF miktarı 14,284-51,456 arasında olup ortalama 27,690, diastaz sayısı 2,5-38,5 aralığında olup ortalama 19,83, asitlik değerlerinin 13,75-36,79 aralığında, ortalama 26,1106 meq/kg, suda çözünmeyen madde miktarının 0,002-0,097 aralığında, ortalama %0,027 ve C 4 kriteri 0,33-6,48 aralığında olup ortalama 2,61 olarak gerçekleşmiştir.

Muş ili Zoveser Bölgesi ve Darabi bölgesinden temin edilen 10 farklı bal örneğinin analiz sonuçları, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ni fazlası ile karşıladığı ve yine son yıllarda önem kazanan antibiyotik ve pestisit kalıntısı içermediği tespit edilmiştir (Kutlu ve Bengü, 2020).

Bir apiterapi ürünü olan bal ise; vitamin ve mineral bakımından zengin, böcekler tarafından bitki üzerinde oluşturulan nektarı toplayarak elde edilen, insan sağlığı açısından büyük önem ihtiva eden maddeleri içeren değerli bir besindir. Farklı bitkilerden elde edilen ballarda farklı renk, tat ve kompozisyonlar gözlenebilmektedir. Türkiye’de en çok tüketilen arı ürünleri arasında yer alan balda hilelendirilen gıdaların arasında yer almaktadır. Aynı zamanda bala şeker şurubu, nişasta tağışı gibi bazı maddelerin katılması ile sahte bal üretimi gerçekleştirilmekte olup, tüketicileri de tehlikeye sokan GDO’lu balların üretiminin de dünya üzerinde artış gösterdiği bildirilmektedir. Bu durum önüne geçmek adına ise Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği’nde balın katkı maddelerinden uzak (gıda katkı maddeleri dahil olmak üzere), doğal bileşiminde bulunmayan organik ve/veya inorganik maddelerden arı olması gerektiği belirtilmiştir. Bal tebliğinde belirtildiği gibi bal üretimi yapabilmek içinde balın bazı kalite kriterleri mevcuttur. Bu kriterler ise balın kimyasal içeriği (fenolik bileşikler, fruktoz/glikoz oranı, rutubeti, kül, ph değeri, Hidroksimetil furfural gibi), balın hammaddesine (yani nektarı) etki eden faktörler, bala ısıtma işlem uygulanması sırasındaki sıcaklık değerleri, balın çiğ ve taze olması balın kalite kriterleri olarak belirtilmiştir (Özge Toy ve Şahinler, 2022).

Çetin vd (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, Türkiye’de tüketime sunulan çiçek ballarının kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Türkiye’de üretilen 50 adet bal örneğinde nem, toplam asitlik, glikoz, fruktoz, sakaroz, suda çözünmeyen madde, diastaz sayısı ve elektrik iletkenliği analizleri yapılmıştır. Bal örneklerinde, nem %14,80–21,60 (ortalama 17,56), toplam asitlik 12,87–39,04 (ortalama 26,00) meq/kg, glikoz %19,08–33,87 (ortalama 27,61), fruktoz %23,36–45,05 (ortalama 33,43), sakaroz %0,46–17,10 (ortalama 5,53), suda çözünmeyen madde %0,01–0,09 (ortalama 0,03) olarak tespit edilmiştir. Glikoz+Fruktoz toplamı 42,44–75,60 (ortalama 61,04), Fruktoz/Glikoz oranı ise 1,01–1,85 (ortalama 1,22), diastaz sayısı 1,00–20,00 (ortalama 8,93) ve elektrik iletkenliği değeri 0,14–0,95 (ortalama 0,46) mSm/cm olarak tespit edilmiştir.

Balın kalitesi duyuşal, kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özelliklerine göre belirlenmektedir. Özellikle, balın fiziko-kimyasal özelliklerinin belirlenmesi balın kalitesi ve botanik kaynağını belirleyen sertifikasyon süreci için çok önemlidir. Bu özelliklerden bazıları; hidroksimetil furfural içeriği, diastaz aktivitesi, nem içeriği, asitlik derecesi,

indirgen ve indirgen olmayan şeker içeriği, elektrik iletkenliği ve prolin miktarıdır (Kekeçoğlu ve Rasgele, 2013).

Balın coğrafi kaynağının belirlenmesi içinse gaz kromatografisi-kütle spektroskopisi (aromatik bileşenler), elektronik burun teknolojisi (uçucu bileşenler) (Huang vd., 2015; Solayman vd., 2016), yüksek performanslı sıvı kromatografisi (flavonoidler, amino asitler, şekerler, fenolik asitler), yakın infrared (NIR) ve Raman spektroskopisi (kontaminasyon) gibi yöntemler kullanılmaktadır (Aloğlu vd., 2017).

Nem, asitlik ve pH, HMF, elektriksel iletkenlik özelliklerinin balın coğrafi kökeninin tespit edilmesinde yardımcı parametreler olabileceği bazı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Fechne vd., 2016; Karabagias vd., 2014).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, Tarım ve Kredi kooperatifinin 2019-2024 yılları itibariyle elde ettiği bal analiz raporlarındaki verilerden yararlanılmıştır. Bal analiz raporu, bir bal örneğinin içeriğini ve kalitesini belirlemek için laboratuvar testlerinin sonuçlarını içeren bir belgedir. Bu rapor, genellikle balın fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini değerlendirir. Tipik olarak şu bilgileri içerebilir:

- Fiziksel Özellikler: Balın rengi, kıvamı, doku yapısı ve kristalizasyon durumu gibi fiziksel özelliklerini içerir.
- Kimyasal Özellikler: Balın kimyasal bileşimi analiz edilir. Bu, balın su içeriği, şeker içeriği (glukoz, fruktoz), asit içeriği, pH değeri ve diğer kimyasal bileşenlerini içerebilir.
- Mikrobiyolojik Değerlendirme: Bal örneğindeki mikroorganizmaların varlığı veya yokluğu değerlendirilir. Bu, bakteriler, mayalar, küf mantarları gibi mikroorganizmaların varlığına dair bilgiler içerir.
- Kontaminantlar: Bal örneğindeki olası kontaminantların varlığı değerlendirilir. Bu, pestisitler, ağır metaller, antibiyotik kalıntıları gibi zararlı maddelerin varlığına dair analiz sonuçlarını içerir.
- Coğrafi İşaret: Bazı durumlarda, balın coğrafi işaretini doğrulayan veya belirleyen analizler de raporda yer alabilir.

Bal analiz raporu, bal üreticileri, satıcıları ve tüketiciler için önemli bir bilgi kaynağı olup, balın kalitesini ve güvenilirliğini belirlemeye yardımcı olur (Resim 1). Bu raporlar, genellikle bağımsız laboratuvarlar tarafından sağlanır ve ulusal veya uluslararası standartlara uygun olarak hazırlanır. Bu çalışmada, alınan numunelerin bal analiz raporlarından elde edilen, sıcaklık, nem, diastaz sayısı, elektriksel iletkenlik, prolin ve serbest asitlik gibi değerler, 2019-2024 yılları arasındaki dönemler için ayrı ayrı Microsoft Excel programına aktarılarak analiz edilmişlerdir.

Bal analiz raporlarındaki verilerin yıllar itibariyle nasıl değiştiği, verilere ait ortalama, standart sapma, standart hata, maksimum ve minimum değerler hesaplanmıştır. Veriler, Excel programına aktararak grafikler ve tablolar oluşturulmuş ve verilere ait tanımlayıcı özelliklerin hesaplanmasında SPSS paket programı kullanılmıştır. Sürekli veriler, Tek Yönlü ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. ANOVA testi kullanılan çok gözlü tablolarda istatistiksel anlamlılığın kaynağını bulmak için Duncan karşılaştırma testi yapılmıştır. Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık için  $P < 0,05$  kabul edilmiştir. Verilerin analizi IBM © SPSS 20 programı aracılığı ile gerçekleştirilmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Analize Gönderilen Bal Numunelerinin Gönderim Şekli

Bal numunelerinin analiz için gönderilmesi süreci, numunenin türüne ve analiz gereksinimlerine göre değişiklik göstermektedir. Bal numuneleri, güvenilir bir kargo firmasıyla diğer illerdeki laboratuvara gönderilmektedir. Kargo firması seçilirken hassas taşıma hizmeti sunanlar tercih edilmektedir. Mikrobiyolojik analizlerde soğuk zincir taşımacılığı önemlidir. Numuneler steril kaplarda, doğru şekilde etiketlenmiş ve uygun ambalajlama ile gönderilmektedir. Gönderimden önce laboratuvar talimatlarının dikkatle takip edilmesi önerilmektedir. İncelenen çalışmada, tüm bal numunelerinin cam kavanoz içerisinde ve kargoyla analize gönderildiği belirlenmiştir.

### 4.2. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Analize Gönderilen Miktarı

Bal analizi için laboratuvarlara gönderilecek numune miktarları, yapılacak analiz türüne göre değişiklik göstermektedir. Genel kalite ve içerik analizleri için (nem, HMF, diastaz, şeker oranı, vb.) 250-500 g; kaynağın belirlenmesi ve polen analizi için 500 g; antibiyotik, pestisit veya ağır metal kalıntıları için 200-250 g; balda bakteri, maya ve küf analizi için ise 100-200 g bal genellikle yeterli görülmektedir. Yapılan analiz sonucunda, yıllar itibarıyla numune miktarlarına ait ortalama değerler arasında istatistiki olarak önemli ( $P \leq 0,05$ ) fark olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Yıllar itibarıyla bal numune miktarları için Anova testi sonuçları

|               | Kareler toplamı | Sd  | Kareler ortalaması | F     | P     |
|---------------|-----------------|-----|--------------------|-------|-------|
| Gruplar arası | 229328,275      | 5   | 45865,655          | 2,450 | 0,038 |
| Gruplar içi   | 2133908,050     | 114 | 18718,492          |       |       |
| Toplam        | 2363236,325     | 119 |                    |       |       |

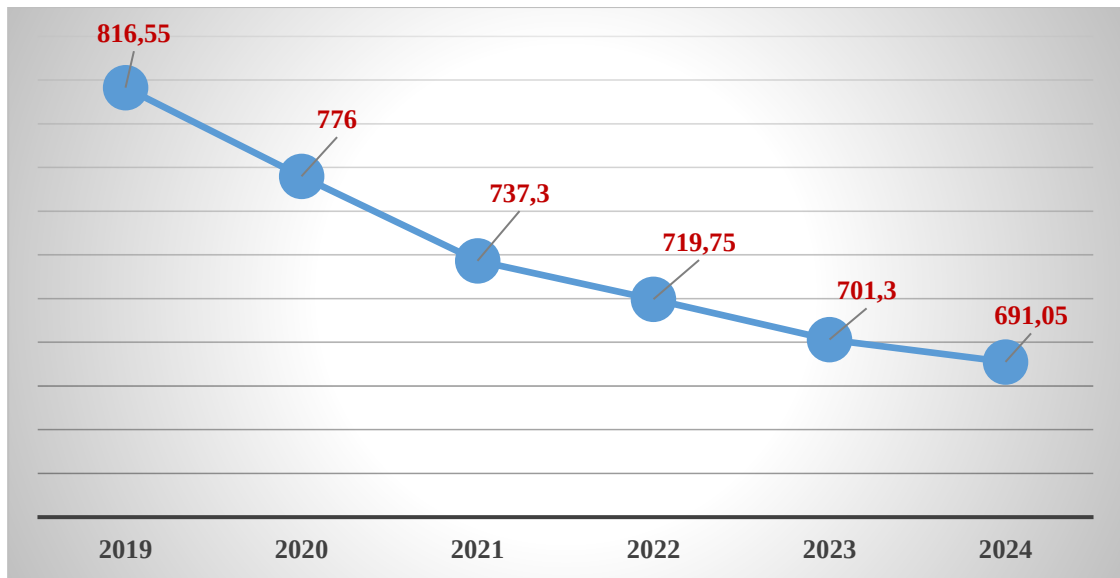
Analiz yapılan bal numunelerinin tanımlayıcı değerleri Tablo 4.2’de verilmiştir. Ballarda numune miktarı 450 g ile 1080 g arasında değişmekte olup, ortalaması 740,33 g olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.2. Analiz için alınan bal numunelerinin miktarına (g) ilişkin tanımlayıcı değerler

| Yıllar        | Ortalama             | Std. sapma     | Std. hata     | Minimum    | Maximum     |
|---------------|----------------------|----------------|---------------|------------|-------------|
| 2019          | 816,55 <sup>b</sup>  | 138,808        | 31,038        | 600        | 1080        |
| 2020          | 776,00 <sup>ab</sup> | 143,551        | 32,099        | 450        | 1020        |
| 2021          | 737,30 <sup>ab</sup> | 152,252        | 34,045        | 500        | 1060        |
| 2022          | 719,75 <sup>a</sup>  | 170,302        | 38,081        | 450        | 1020        |
| 2023          | 701,30 <sup>a</sup>  | 109,172        | 24,412        | 530        | 866         |
| 2024          | 691,05 <sup>a</sup>  | 91,294         | 20,414        | 548        | 824         |
| <b>Toplam</b> | <b>740,33</b>        | <b>140,922</b> | <b>12,864</b> | <b>450</b> | <b>1080</b> |

<sup>a,b,c,d</sup>: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P \leq 0.05$ ).

Yıllar itibariyle bal analizlerinde numune miktarının azaldığı gözlenmiştir (Şekil 4.1). Bu durumun sebebi olarak teknolojik gelişmeler, laboratuvarların kapasite artışı ve analiz süreçlerindeki optimizasyonlar sayılabilir.



Şekil 4.1. Analiz edilen bal numune miktarlarının yıllar itibariyle değişimi

Modern analiz cihazlarının, daha az miktarda bal numunesiyle aynı doğrulukla sonuç verebilmesi, mikrobiyolojik ve kimyasal analizlerde kullanılan yöntemlerin hassasiyeti arttığı için daha az miktarda balın yeterli hale gelmesi, daha az miktardaki numunelerin, üreticiler ve laboratuvarlar için taşıma ve saklama açısından daha pratik olması, az miktar bal numunesi göndermenin düşük maliyet oluşturmaması gibi etkenler bal analizinde numune miktarının düşmesinde etken olabilmektedir. Sonuç olarak, bal analizinde numune miktarlarının azalması, teknolojik ilerlemeler ve daha sürdürülebilir yaklaşımlar sayesinde gerçekleşmiştir. Bu durum hem üreticiler hem de laboratuvarlar için daha verimli bir süreç sunmaktadır.

#### **4.3. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Sıcaklık Değeri**

Bal analizi için gönderilen numunelerin sıcaklığı, analiz türüne göre değişiklik gösterebilmektedir. Mikrobiyolojik analiz (bakteri, maya ve küf) için, balın taze ve bozulmamış olması önemli olduğundan, bal numunesinin sıcaklığının soğuk zincir taşımacılığında 4-8 °C olması gereklidir. Kimyasal ve fiziksel analiz için, nem, şeker oranı, HMF (hidroksimetilfurfural) ve diastaz gibi analizler için ise balın doğal yapısının korunması gereklidir. Bunu için ortam sıcaklığının 15-25 °C olması yeterlidir. Pestisit, antibiyotik veya ağır metal kalıntılarını ölçmek için, balın kimyasal yapısını korumuş olması gerekir. Yine bu analizler için de numune sıcaklığının 15-25 °C (oda sıcaklığı) olması uygundur. Bal numunesinin analizinde sıcaklık değerinin kontrolünde numunenin aşırı sıcak (30 °C üzeri) veya aşırı soğuk (0 °C altı) ortamlarda taşımaktan sakınılması son derece önemlidir. Çünkü, çok yüksek veya düşük sıcaklıklarda balın fiziksel ve kimyasal özellikleri değişebilmektedir. Numune, direkt güneş ışığı veya yüksek sıcaklık gibi çevresel etkenlerden korunmalıdır. Bu çalışmada, incelenen bal numunelerinin sıcaklık değerlerinin 17,70-23,40 °C arasında değiştiği ve uygun sıcaklık değerinde olduğu belirlenmiştir. Gönderilen bal numunelerinin sıcaklık ortalamalarının yıllar itibarıyla değiştiği ve 2019-2022 yıllarında gönderilen bal numunelerinin 2023 ve 2024 yıllarındaki numunelere göre daha düşük sıcaklık değerine sahip oldukları ve bu sonucunda istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır (Tablo 4.3, 4.4, Şekil 4.2). Bal numunelerinin sıcaklık değerlerinin artışı, taşıma ve depolama süreçlerindeki eksiklikler, iklim değişikliği ve standartların tam uygulanamaması gibi faktörlerle ilişkilidir. Bu

durum, analiz sonuçlarının doğruluğunu etkileyebileceğinden, soğuk zincir uygulamalarının yaygınlaştırılması ve taşıma süreçlerinin sıkı denetlenmesi önemlidir.

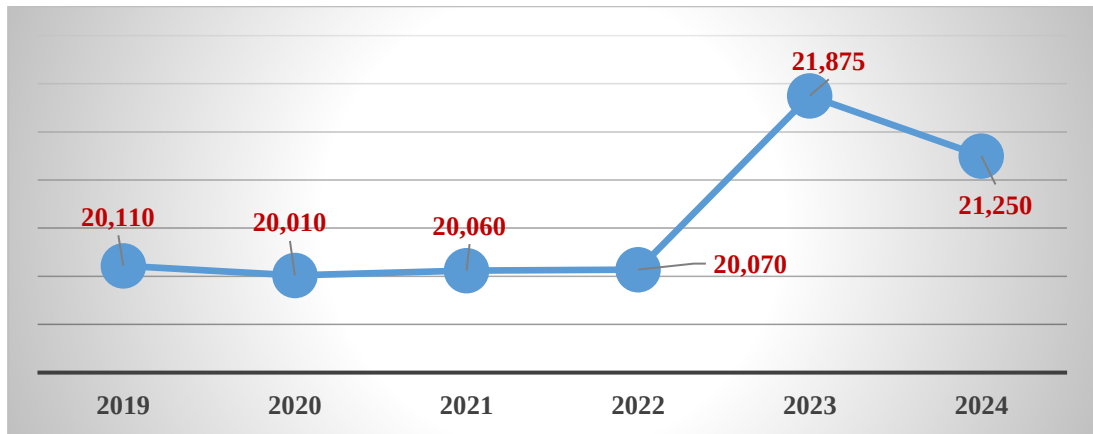
Tablo 4.3. Analiz edilen bal numunelerinin sıcaklık değerine (°C) ait anova testi sonuçları

|               | Kareler toplamı | Sd  | Kareler ortalaması | F     | P     |
|---------------|-----------------|-----|--------------------|-------|-------|
| Gruplar arası | 64,008          | 5   | 12,802             | 6,155 | 0,000 |
| Gruplar içi   | 237,093         | 114 | 2,080              |       |       |
| Toplam        | 301,101         | 119 |                    |       |       |

Tablo 4.4. Analizi yapılan bal numunelerinin sıcaklık değerlerine (°C) ait tanımlayıcı değerler

| Yıllar        | Ortalama            | Std. sapma | Std. hata | Minimum | Maximum |
|---------------|---------------------|------------|-----------|---------|---------|
| 2019          | 20,110 <sup>a</sup> | 1,61       | 0,36      | 17,8    | 22,4    |
| 2020          | 20,010 <sup>a</sup> | 1,71       | 0,38      | 17,7    | 22,4    |
| 2021          | 20,060 <sup>a</sup> | 1,66       | 0,37      | 17,8    | 23,4    |
| 2022          | 20,070 <sup>a</sup> | 1,62       | 0,36      | 17,8    | 22,4    |
| 2023          | 21,875 <sup>b</sup> | 0,99       | 0,22      | 20,1    | 23,2    |
| 2024          | 21,250 <sup>b</sup> | 0,70       | 0,15      | 20,1    | 23,3    |
| <b>Toplam</b> | 20,563              | 1,59       | 0,14      | 17,7    | 23,4    |

<sup>a,b</sup>: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar olarak önemlidir ( $P \leq 0,05$ ).



Şekil 4.2. Analiz edilen bal numunelerinin sıcaklık değerlerinin (°C) yıllar itibariyle değişimi

#### 4.4. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Nem İçeriği

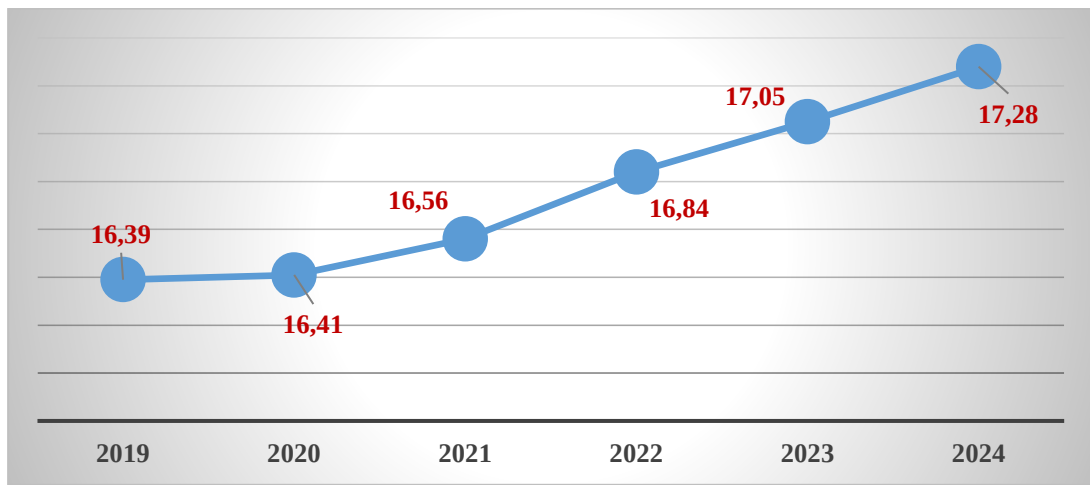
Balın nem içeriği, balın kalitesini, stabilitesini ve saklama ömrünü belirleyen önemli bir parametredir. Balın nem içeriğini belirlemek için genellikle bir refraktometre cihazı kullanılmaktadır. Refraktometre, balın ışığı kırma özelliğinden yararlanarak nem içeriğini ölçmektedir. Balın nem içeriği, genel olarak %15-20 arasında değişir. Ancak, son yıllarda ülkemizdeki balların nem içeriklerinde önemli artışlar gözlenmektedir. Balların nem içeriklerindeki artışların sebebi olarak, erken hasat yapılması, iklim değişikliği, çevresel etkiler, depolama, işleme koşulları ve arıcılıktaki teknik değişikliklerle gösterilmektedir. Hasat zamanı konusunda bilinçlenme ve eğitim programlarının artırılması, arıcılık faaliyetlerinde iklim değişikliği etkilerini göz önünde bulundurarak stratejik planlama yapılması ve depolama koşullarının kontrol altında tutulması (nem ve sıcaklık) önem arz etmektedir. Nem içeriği, balın genel kabul gören kalite standartları çerçevesinde olduğunu ve fermantasyon riskinin düşük olduğunu göstermektedir. Ancak, nem oranının ulusal veya uluslararası standartlarla kıyaslanması, kalite değerlendirmesi için önemlidir. Türkiye'de Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre balın nem oranı en fazla %20 olmalıdır. Bu çalışmada, analiz için gönderilen bal numunelerinin nem içeriklerinin %13,92 ile %19,80 arasında değiştiği (ortalama %16,84) ve yıllar itibarıyla gözlenen farklılıkların istatistikî bakımdan önemli olmadığı belirlenmiştir (Tablo 4.5, 4.6, Şekil 4.3) Tüm yıllara ait balların nem içeriklerin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde belirtilen ve azami değer olan %20 sınırını aşmadığı gözlenmiştir.

Tablo 4.5. Bal numunelerinin nem içeriklerine (%) ait Anova testi sonuçları

|               | <b>Kareler toplamı</b> | <b>Sd</b> | <b>Kareler ortalaması</b> | <b>F</b> | <b>P</b> |
|---------------|------------------------|-----------|---------------------------|----------|----------|
| Gruplar arası | 10.347                 | 5         | 2.069                     | 1.632    | 0.157    |
| Gruplar içi   | 144.587                | 114       | 1.268                     |          |          |
| Toplam        | 154.934                | 119       |                           |          |          |

Tablo 4.6. Bal numunelerinin nem içeriklerine (%) ait tanımlayıcı değerler

| Yıllar        | Ortalama | Standart sapma | Standart hata | Minimum | Maximum |
|---------------|----------|----------------|---------------|---------|---------|
| 2019          | 16,39    | 1,35           | 0,30          | 14,40   | 18,40   |
| 2020          | 16,41    | 1,42           | 0,31          | 14,60   | 19,60   |
| 2021          | 16,56    | 1,25           | 0,27          | 13,92   | 18,48   |
| 2022          | 16,84    | 0,83           | 0,18          | 15,16   | 18,60   |
| 2023          | 17,05    | 0,84           | 0,18          | 15,20   | 19,48   |
| 2024          | 17,28    | 0,87           | 0,19          | 16,08   | 19,80   |
| <b>Toplam</b> | 16,84    | 1,14           | 0,10          | 13,92   | 19,80   |



Şekil 4.3. Bal numunelerinin nem değerlerinin yıllar itibariyle değişimi

Bozkurt ve Aydoğan (1986) 'ın Türkiye'nin değişik bölgelerinden topladıkları 52 bal örneği üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada nem oranı %14,88; Kurt ve Yamankaradeniz (1982)' in Erzurum ili merkezinde tüketime sunulan 12 süzme bal örneği üzerinde yaptıkları araştırmada nem oranı %16,83, Akyüz vd. (1995); Van piyasasında satışa sunulan 20 bal örneğinde ortalama olarak nem oranı %17,8 olarak belirlenmiştir. Sunay vd. (2003) yaptıkları bir çalışmada, nem miktarını çiçek balında %16,10–21,53 (ortalama %18,31), salgı balında %16,00–19,50 (ortalama %17,62) olarak bildirmişlerdir. Portekiz'de üretilen balların kalitesini belirlemek amacıyla 25 bal örneğinde yapılan çalışmada örneklerin nem oranlarının %13,6–17,6 (Mendes vd. 1998); Brezilya'da 74 değişik bölgeden alınan bal örneklerinde ise %15,60–23,00 arasında değiştiği (Costa vd. 1999) saptanmıştır. Çetin vd (2011) tarafından yapılan çalışmada, incelenen bal numunelerinin nem içeriği ortalama %17,56 olarak tespit edilmiştir. Çiftçi

(2018) tarafından yapılan diğer bir araştırmada, kullanılan beş farklı firmaya ait bal örneklerinin nem içerikleri %17,13, %16,55, %15,48, %16,48 ve %17,63 olarak belirlenmiştir. Söz konusu numunelerin nem içeriklerinin Türk Gıda Kodeksi (TGK) Bal Tebliğine uygun olduğu bildirilmiştir. Gültekin Özgüven vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada, analiz edilen bal numunelerinin nem içeriklerinin %16,4-19,9 arasında değişmekte olduğu, TGK’de izin verilen azami değer olan %20 sınırını aşmadığı ve tüm numuneler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). Fechner vd. (2016) ve Karabagias vd. (2014) nem parametresinin balların coğrafi kökenlerinin belirlenmesinde kullanılabilecek fizikokimyasal özelliklerden biri olduğunu bildirmişlerdir.

#### **4.5. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Diastaz Sayısı Değerleri**

Diastaz, balda doğal olarak bulunan bir enzim olup, miktarı coğrafya ve flora kökenine göre değişmektedir. Diastaz sayısı, balın enzim aktivitesini ve dolayısıyla tazeliğini belirleyen önemli bir kalite parametredir. Diastaz aktivitesi ve HMF (Hidroksimetil Furfural), özellikle sıcaklık ve uzun süre bekleyen ballarda, ısıtma işlemine maruz kalıp kalmadığını belirlemek için kalite göstergesi olarak kullanılmaktadır (Kaplan, 2014; Pehlivan ve Gül, 2016; Çiftçi, 2018). Yüksek bir diastaz sayısı, balın daha az işlenmiş ve taze olduğunu gösterir. Avrupa Bal Komisyonu standartlarına göre, diastaz sayısı çiçek ballarında en az 8, çam ballarında ise en az 3 olmalıdır. Bu çalışmada, numunelerin diastaz sayılarının ölçümü spektrofotometre cihazı kullanılarak yapılmıştır ve uluslararası standartlara uygun şekilde analiz edilmiştir. Analiz edilen bal numunelerine ait diastaz sayısı değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olmadığı belirlenmiştir (Tablo 4.7). Bal numunelerinin diastaz sayısı değerlerinin 10,1 ile 51,3 arasında değiştiği gözlenmiştir (Tablo 4.8). 2023 ve 2024 yıllarındaki balların diastaz sayıları daha önceki yıllara oranla bir miktar artış göstermiştir (Şekil 4.4). Ancak, çalışmada, farklı yıllara ait bal örneklerinin diastaz sayıları bakımından önemli farklılıklar göstermediği saptanmıştır. Sonuç olarak, Avrupa ve Türk standartlarına göre çiçek balı için diastaz sayısının en az 8 olması gerektiği dikkate alındığında, çalışmaya konu olan balların numunesinin kalite standartlarına uygun olarak değerlendirilebileceği kanısına varılmıştır. Sunay vd. (2003) diastaz sayısını çiçek balında 4,00-30,00 (ortalama 18,36) olarak belirlemişlerdir. Çetin vd (2011) tarafından yapılan çalışmada ise, incelenen

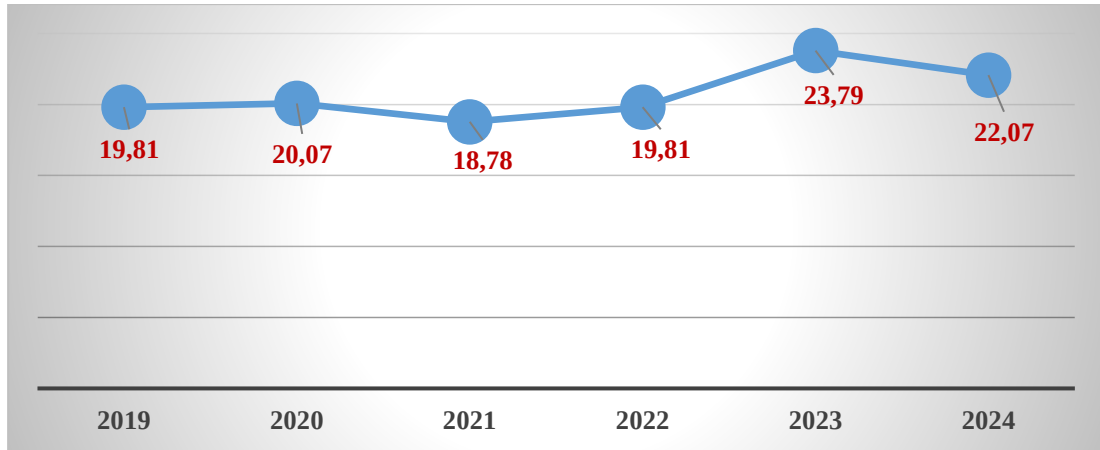
bal numunelerinin diastaz sayısı ortalama 8,93 olarak bulunmuştur. Çiftçi (2018) tarafından yapılan bir araştırmada, kullanılan beş farklı firmaya ait bal örneklerinin diastaz sayıları 12,86, 13,02, 14,22, 22,45 ve 13,46 olarak ölçülmüştür.

Tablo 4.7. Bal numunelerinin diastaz sayılarına ait Anova testi sonucu

|               | Kareler toplamı | Sd  | Kareler ortalaması | F     | P     |
|---------------|-----------------|-----|--------------------|-------|-------|
| Gruplar arası | 341,276         | 5   | 68,255             | 1,827 | 0,113 |
| Gruplar içi   | 4258,659        | 114 | 37,357             |       |       |
| Toplam        | 4599,935        | 119 |                    |       |       |

Tablo 4.8. Bal numunelerinin diastaz sayısı değerlerine ait tanımlayıcı değerler

| Yıllar        | Ortalama | Standart sapma | Standart hata | Minimum | Maximum |
|---------------|----------|----------------|---------------|---------|---------|
| 2019          | 19,81    | 4,51           | 1,00          | 13,8    | 30,4    |
| 2020          | 20,07    | 4,57           | 1,02          | 12,8    | 31,4    |
| 2021          | 18,78    | 6,06           | 1,35          | 1,40    | 30,4    |
| 2022          | 19,81    | 4,51           | 1,00          | 13,8    | 30,4    |
| 2023          | 23,79    | 9,08           | 2,03          | 12,1    | 51,3    |
| 2024          | 22,07    | 6,57           | 1,46          | 10,1    | 32,8    |
| <b>Toplam</b> | 20,72    | 6,21           | 0,56          | 10,1    | 51,3    |



Şekil 4.4. Bal numunelerinin diastaz sayısı değerlerinin yıllar itibarıyla değişimi

#### 4.6. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Elektriksel İletkenlik Değerleri (mS/cm)

Elektriksel iletkenlik, balın mineral içeriğini ve balın botanik kaynağını belirlemede önemli bir parametredir. Çiçek ballarında elektriksel iletkenlik genellikle 0,8 mS/cm'den düşükken, salgı ve çam ballarında bu değer genellikle daha yüksektir (0,8 mS/cm üzeri).

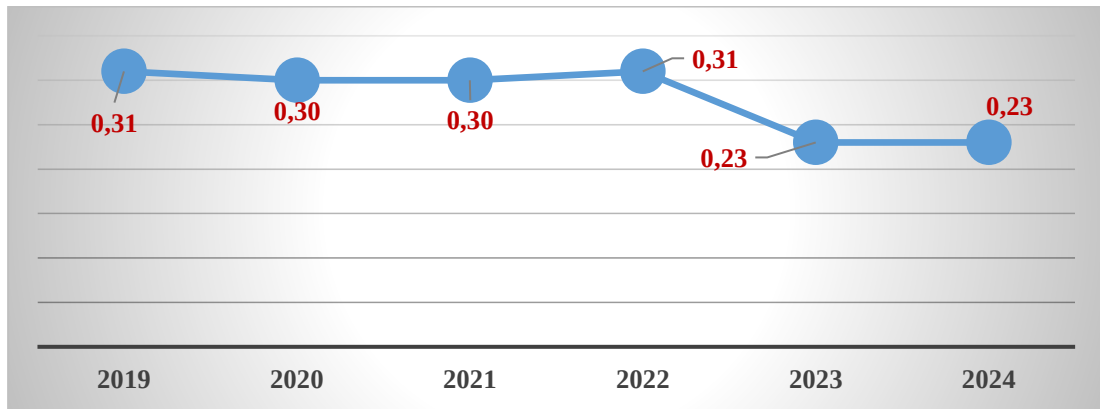
Bu ölçüm, kondüktometre cihazı kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada, analiz edilen ve farklı yıllara ait olan bal numunelerinin elektriksel iletkenlik değerlerinin ortalamaları arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Bal numunelerinin elektriksel iletkenlik değerine ait Anova testi sonuçları

|               | Kareler toplamı | Sd  | Kareler ortalaması | F     | P     |
|---------------|-----------------|-----|--------------------|-------|-------|
| Gruplar arası | 58,229          | 5   | 11,646             | 2,075 | 0,074 |
| Gruplar içi   | 639,820         | 114 | 5,612              |       |       |
| Toplam        | 698,049         | 119 |                    |       |       |

Tablo 4.10. Bal numunelerinin elektriksel iletkenlik değerine (mS/cm) ait tanımlayıcı değerler

| Yıl           | Ortalama | Standart sapma | Standart hata | Minimum | Maximum |
|---------------|----------|----------------|---------------|---------|---------|
| 2019          | 0,31     | 0,11           | 0,02          | 0,19    | 0,58    |
| 2020          | 0,30     | 0,10           | 0,02          | 0,20    | 0,53    |
| 2021          | 0,30     | 0,11           | 0,02          | 0,18    | 0,57    |
| 2022          | 0,31     | 0,11           | 0,02          | 0,19    | 0,58    |
| 2023          | 0,23     | 0,05           | 0,01          | 0,15    | 0,38    |
| 2024          | 0,23     | 0,05           | 0,01          | 0,16    | 0,37    |
| <b>Toplam</b> | 0,28     | 0,09           | 0,02          | 0,18    | 0,50    |



Şekil 4.5. Bal numunelerinin elektriksel iletkenlik değerlerinin (mS/cm) yıllar itibariyle değişimi

Analiz edilen bal numunelerinin elektriksel iletkenlik değerlerinin 0,15 ile 0,58 mS/cm arasında değiştiği ve ortalamasının 0,28 mS/cm olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.10). Ballardaki elektriksel iletkenlik değerinin 2023 ile 2024 yıllarında diğer yıllara oranla daha düşük olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.5). Yücel (2008), salgı ballarının elektriksel iletkenliğinin 0,8 mS/cm'den, kül miktarının ise %0,5'den daha yüksek olduğunu

bildirmiştir. Çetin vd (2011) tarafından yapılan çalışmada, incelenen bal numunelerinin elektriksel iletkenlik değeri 0,46 olarak belirlenmiştir. Sunay vd. (2003), elektriksel iletkenliği çiçek balında 0,204-1,561 mS/cm (ortalama 0,553 mS/cm), salgı balında ise 0,953-1,982 mS/cm (ortalama 1,451 mS/cm) olarak belirlemişlerdir. Sunay ve Boyacıoğlu (2008) ise, salgı balındaki elektriksel iletkenliği 0,531-1,613 mS/cm (ortalama 0,943 mS/cm) arasında tespit etmişlerdir. Mutlu vd (2017) yaptıkları çalışmada, elektriksel iletkenlik değerinin salgı ballarında çiçek ballarına göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bal Tebliği'ne göre salgı ballarının elektriksel iletkenlik değerinin çiçek ballarında en fazla 0,8 mS/cm olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2012; Batu vd., 2013; Bilgen Çınar, 2010). Yapılan bir çalışmada, balın elektriksel iletkenlik değerinin balda bulunan mineraller, organik asit ve protein miktarı ile pozitif ve balın su içeriği ile ise negatif bir ilişki içerisinde olduğunu belirtilmiştir (Chua vd., 2012). Silici (2018), Zonguldak, Bursa ve Yalova'dan temin ettiği kestane ballarının elektrik iletkenliğini ortalama 0,89 mS/cm olarak rapor etmiştir. Belay vd., (2013). 0-0,8 mS/cm arasında ölçülen elektriksel iletkenlik değeri balda çiçek nektarı ve salgı karışımı olmadığını gösterdiğini bildirmişlerdir. Gültekin Özgüven vd., (2020) yaptığı bir araştırmada, çiçek ballarının elektriksel iletkenliklerinin 0,18-0,72 mS/cm aralığında değiştiği açıklamıştır. Sonuç olarak, bu çalışmada analiz edilen balların elektriksel iletkenlik değerinin çiçek balı kategorisine uygun olduğu belirlenmiştir. Bu değer, balda mineral içeriğinin düşük olduğunu ve balın kaliteli bir çiçek balı olabileceğini göstermesi bakımından önemlidir.

#### **4.7. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Prolin Değerleri (mg/kg)**

Prolin, nektarın bala dönüşümü sırasında arılar tarafından eklenen temel aminoasittir ve balın protein içeriğini belirlemede kullanılır. Baldaki amino asitlerin %50-85'ini oluşturan prolin, balın olgunluğunu ve gerçekliğini gösteren önemli bir kalite göstergesidir (Doğan, 2013; Kaplan, 2014; Yıldız vd., 2016; Çiftçi, 2018). Prolin ölçüm işlemi, spektrofotometre cihazı kullanılarak yapılmaktadır. Prolin miktarı, sakkaraz ve glukoz oksidaz aktiviteleri gibi olgunluk kriterlerini yansıtır ve balın botanik kaynağını belirleyen bir karakteristiktir (Hermosín vd., 2003; Sunay, 2006; Doğan, 2013; Kaplan, 2014; Yıldız vd., 2016; Çiftçi, 2018). TKG'ne göre çiçek ballarında minimum prolin miktarı 300 mg/kg olmalıdır. Ancak, kanola, ıhlamur, narenciye, lavanta ve okaliptüs balları için bu sınır 180 mg/kg; biberiye ve akasya balları için ise 120 mg/kg olarak

belirlenmiştir. Ayrıca balda, prolin dışında 26 farklı amino asit daha bulunmakta olup bu oran, balın kaynağına bağlı olarak değişkenlik gösterir (Anonim, 2012; Çiftçi, 2018). Bu çalışmada, analiz edilen bal numunelerinin prolin değerlerinin 372,2 ile 1150,9 arasında değiştiği ve ortalamasının 608,25 mg/kg olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.12). Yıllar itibariyle bal numunelerinin prolin değerlerine ait ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ( $P \geq 0.05$ ) (Tablo 4.11).

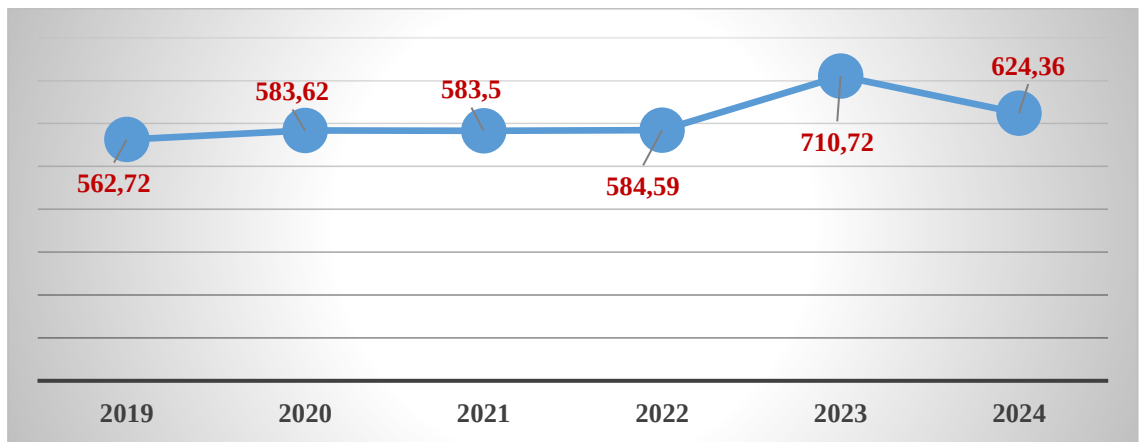
Tablo 4.11. Bal numunelerinin prolin değerine ait Anova testi sonuçları

|               | Kareler toplamı | Sd  | Kareler ortalaması | F     | P     |
|---------------|-----------------|-----|--------------------|-------|-------|
| Gruplar arası | 292243,566      | 5   | 58448,713          | 2,136 | 0,066 |
| Gruplar içi   | 3119508,073     | 114 | 27364,106          |       |       |
| Toplam        | 3411751,639     | 119 |                    |       |       |

Tablo 4.12. Bal numunelerinin prolin değerine ait (mg/kg) tanımlayıcı değerler

| Yıllar        | Ortalama      | Standart sapma | Standart hata | Minimum      | Maximum       |
|---------------|---------------|----------------|---------------|--------------|---------------|
| 2019          | 562,72        | 177,06         | 39,59         | 459,0        | 847,1         |
| 2020          | 583,62        | 131,45         | 29,39         | 372,7        | 846,1         |
| 2021          | 583,50        | 131,54         | 29,41         | 372,2        | 846,1         |
| 2022          | 584,59        | 131,45         | 29,39         | 373,7        | 847,1         |
| 2023          | 710,72        | 212,74         | 47,57         | 455,3        | 1150,9        |
| 2024          | 624,36        | 188,96         | 42,25         | 380,8        | 1014,1        |
| <b>Toplam</b> | <b>608,25</b> | <b>169,32</b>  | <b>15,45</b>  | <b>372,2</b> | <b>1150,9</b> |

2023 yılına ait bal numunelerinin 710,72 mg/kg olan prolin değeri 2024 yılında azalarak 624,36 mg/kg olarak belirlenmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Bal numunelerinin prolin değerlerinin (mg/kg) yıllar itibariyle değişimi

Prolin içeriği balın kalitesi ve bala yapılan sahtecilik hakkında değerlendirme yapılmasında kullanılan temel kriterlerden birisi olup Bal Tebliği'ne göre balın prolin içeriği 300 mg/kg'dan daha az olmamalıdır (Anonim, 2012; Islam vd., 2012; Mutlu vd., 2017). Bu değer dikkate alındığında, analiz edilen bal numunesinin prolin miktarının kalite standartlarını karşıladığı ve olgun, gerçek bir bal olduğu kanısına varılabilir. Prolin miktarının düşmesinde, erken hasat, düşük protein içeriğine sahip bitkiler, balın seyreltilmesi veya işlenmesi, arıların şeker şurubuyla beslenmesi ve botanik ve coğrafi etkenlerin rol oynadığı söylenebilir. Prolin değerinin korunması için; arılara şeker şurubu yerine doğal nektar sağlayacak şekilde çevre düzenlemeleri yapmak, hasat zamanını balın olgunlaşma süreci tamamlandıktan sonra belirlemek, bitkisel çeşitliliğin yüksek olduğu bölgelerde arıcılık yapmak ve balın işlenmesinde uygun sıcaklık ve yöntemleri kullanarak besin değerlerini korumak gerekmektedir. Prolin miktarı, balın kalitesini ve doğallığını anlamada önemli bir kriterdir. Bu nedenle hem doğal üretim süreçleri hem de analiz sonuçlarının doğru değerlendirilmesi önemlidir.

#### 4.8. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Serbest Asitlik Değerleri

Balın asidik yapısı, organik asitler, mineraller, aminoasitler, peptitler ve karbonhidratlar gibi faktörler tarafından belirlenir. Yüksek diastaz seviyeleri, asit oluşumunu artırarak fermentasyona neden olabilir (Ötleş, 1995; Tolon, 1999; Özbek, 2003; Kaplan, 2014; Çiftçi, 2018). TKG'ne göre, balda maksimum serbest asitlik 50 meq/kg olmalıdır. Balın serbest asitlik değeri, genellikle balın kalitesini belirlemek için yapılan bir testtir. Bu değer, balın taze ve bozulmamış olduğunu gösterir. Eğer serbest asitlik değeri bu limitin üzerinde ise, balın fermentasyona uğramış olabileceği veya tazeliğini kaybetmiş olabileceği anlamına gelir. Bu çalışmada, analiz edilen bal numunelerinin yıllar itibarıyla serbest asitlik değerlerine ait ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 4.13).

Tablo 4.13. Bal numunelerinin serbest asitlik değerine ait Anova testi sonuçları

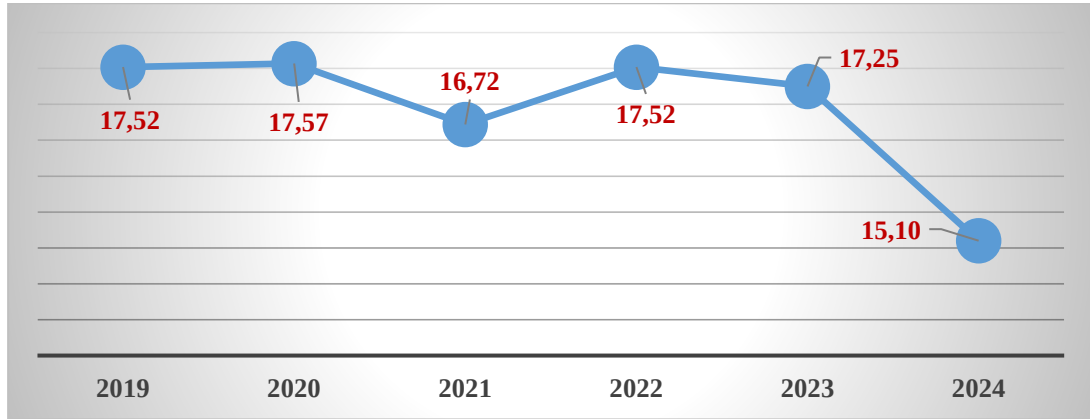
|               | Kareler toplamı | Sd  | Kareler ortalaması | F     | P     |
|---------------|-----------------|-----|--------------------|-------|-------|
| Gruplar arası | 91,622          | 5   | 18,324             | 1,257 | 0,288 |
| Gruplar içi   | 1662,298        | 114 | 14,582             |       |       |
| Toplam        | 1753,919        | 119 |                    |       |       |

Balların serbest asitlik değerlerinin 10,50 ile 28,70 arasında değiştiği ve ortalama 16,62 meq/kg olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.14).

Tablo 4.14. Bal numunelerinin serbest asitlik değerine ait (meq/kg) tanımlayıcı değerler

| Yıllar | Ortalama | Standart sapma | Standart hata | Minimum | Maximum |
|--------|----------|----------------|---------------|---------|---------|
| 2019   | 17,52    | 3,76           | 0,84          | 10,7    | 23,8    |
| 2020   | 17,57    | 3,97           | 0,88          | 11,7    | 24,8    |
| 2021   | 16,72    | 3,74           | 0,83          | 11,7    | 22,8    |
| 2022   | 17,52    | 3,76           | 0,84          | 10,7    | 23,8    |
| 2023   | 17,25    | 4,39           | 0,98          | 10,6    | 28,7    |
| 2024   | 15,10    | 3,16           | 0,70          | 10,5    | 22,4    |
| Toplam | 16,94    | 3,83           | 0,35          | 10,5    | 28,7    |

Yıllar itibariyle serbest asitlik değerlerine bakıldığında, 2024 yılında bu değer bir miktar azaldığı görülmektedir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Bal numunelerinin serbest asitlik değerlerinin yıllar itibariyle değişimi

Çetin vd (2011) tarafından yapılan çalışmada incelenen bal numunelerinin asitlik değeri ortalama 26.0 olarak belirlenmiştir. Sunay vd. (2003), asitliği çiçek balında 15,00-71,50 meq/kg (ortalama 28,52 meq/kg) olarak belirlemişlerdir. Bal asitliği üzerine yapılan diğer çalışmalarda, Akyüz vd. (1995) 24,61 meq/kg; Mendes vd. (1998) 13,0-38,7 meq/kg; Costa vd. (1999) 9,0-50,0 meq/kg; Sunay ve Boyacıoğlu (2008) salgı balındaki asitliği 18,50-40,00 meq/kg (ortalama 28,70 meq/kg) olarak tespit etmişlerdir. Daha önce yapılan bir araştırmada (Çiftçi, 2018), kullanılan beş farklı firmaya ait bal örneklerinin serbest asitlik değerleri; 25,75, 22,78, 22,39, 34,06 ve 20,27 meq/kg olduğu belirlenmiş ve serbest asitlik değerleri bakımından grup ortalamaları arasındaki farklılıkların önemli

olduğu bildirilmiştir. Ancak, söz konusu çalışmada kullanılan firmalara ait örneklerin serbest asitlik değerleri TGK Bal Tebliğine uygun bulunmuştur Serbest asitlik değerinin düşmesi genelde kalite artışını yansıtan olumlu bir değişimdir. Daha iyi üretim ve saklama yöntemleri, tüketici talepleri ve düzenlemeler, bu değişimin başlıca sebepleridir.

#### 4.9. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Hidroksimetil Furfural (HMF)

Hidroksimetil furfural (HMF), şekerlerin ısı veya asidik ortamda bozunmasıyla oluşan organik bir bileşiktir. Özellikle, bal analizlerinde balın tazeliği ve işlem görme durumu hakkında önemli bir kalite parametresi olarak kullanılır. HMF, balın doğal bir bileşeni olmamakla birlikte, üretim, depolama ve işleme sırasında oluşabilir. HMF analizi, balın kalite kontrolü açısından vazgeçilmez bir parametre olup, özellikle ihracat ballarında ve kalite denetimlerinde yaygın olarak uygulanmaktadır. HMF değerleri, balın işlem görüp görmediği ve taze olup olmadığı hakkında bilgi verir. Tüketicilerin doğal ve kaliteli bal tüketimi için HMF değeri düşük ürünlere yönelmesi önemlidir. Tropikal iklimlerde üretilen ballarda, ısıl işlem uygulanmasa dahi HMF seviyesinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde belirtilen 40 mg/kg sınırını aşabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Tosi vd., 2002; Bilgen Çınar, 2010; Anonim, 2012; Çiftçi, 2014; Kaplan, 2014; Kambur vd., 2015; Çiftçi, 2018). Yeni üretilmiş taze bal genellikle HMF içermez, ancak depolama koşullarına ve süresine bağlı olarak HMF seviyesi artar. Balın tazeliği ve ısıl işleme maruz kalmadığı, enzim aktivitesi ve renk gibi depolama kaynaklı değişimler incelenmeden önce doğrulanmalıdır (Ceylan, 2016; Çiftçi, 2018). Bu çalışmada, analiz edilen bal numunelerinin yıllara göre HMF değerlerine ait ortalamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (Tablo 4.15).

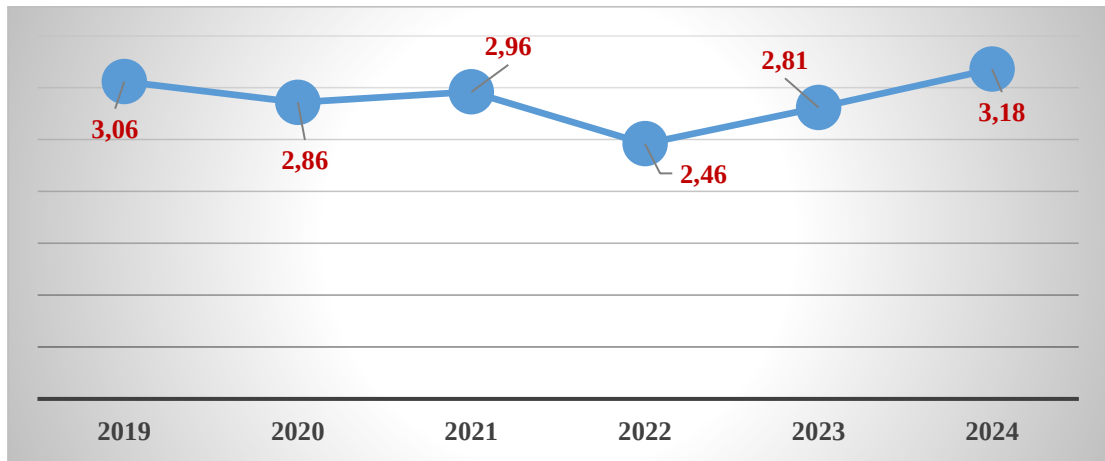
Tablo 4.15. Bal numunelerinin HMF değerine ait Anova testi sonuçları

|               | <b>Kareler toplamı</b> | <b>Sd</b> | <b>Kareler ortalaması</b> | <b>F</b> | <b>P</b> |
|---------------|------------------------|-----------|---------------------------|----------|----------|
| Gruplar arası | 6,202                  | 5         | 1,240                     | 0,195    | 0,964    |
| Gruplar içi   | 726,782                | 114       | 6,375                     |          |          |
| Toplam        | 732,984                | 119       |                           |          |          |

Tablo 4.16. Bal numunelerinin HMF değerlerine (mg/kg) ilişkin tanımlayıcı değerler

| Yıllar        | Ortalama    | Standart sapma | Standart hata | Minimum    | Maximum     |
|---------------|-------------|----------------|---------------|------------|-------------|
| 2019          | 3,06        | 1,18           | 0,26          | 2,1        | 7,3         |
| 2020          | 2,86        | 1,33           | 0,29          | 1,0        | 7,3         |
| 2021          | 2,96        | 1,20           | 0,26          | 1,8        | 7,3         |
| 2022          | 2,46        | 1,68           | 0,37          | 1,1        | 8,3         |
| 2023          | 2,81        | 4,89           | 1,09          | 0,0        | 23,2        |
| 2024          | 3,18        | 2,60           | 0,58          | 1,1        | 12,4        |
| <b>Toplam</b> | <b>2,88</b> | <b>2,48</b>    | <b>0,22</b>   | <b>0,0</b> | <b>23,2</b> |

Analiz edilen bal numunelerinin HMF değerlerinin 0 ile 23,20 arasında değiştiği ve ortalamasının ise 2,88 mg/kg olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.16, Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Bal numunelerinin HMF değerlerinin yıllar itibariyle değişimi

Yapılan bir araştırmada, kullanılan beş farklı firmaya ait bal örneklerinin HMF içerikleri, 4,17, 17,12, 13,06, 6,75 ve 23,75 mg/kg olarak saptanmıştır. Söz konusu çalışmada, farklı bal örneklerinin HMF düzeyleri bakımından elde edilen ortalamalar arasındaki farklılıkların istatistik olarak önemli bulunduğu, ancak örneklerin HMF düzeylerinin TGK Bal Tebliği'ne uygun olduğu bildirilmiştir (Çiftçi, 2018). Daha önce yapılan bir araştırmada (Küçük vd., 2007), bal numunelerinin HMF içeriğinin <0,1 ile 1,22 mg/kg arasında değiştiği ve bu değerlerin TGK'de izin verilen 40 mg/kg değerinin çok altında olduğu açıklanmıştır (Gültekin-Özgüven vd., 2020). Isıl işlem uygulamasının indikatörlerinden biri olan HMF bileşiğinin miktarı, ısıl işlemin yanı sıra depolama süresi boyunca da artmaktadır. HMF düzeyinin düşük olması genellikle balda tazelik ile ilişkilendirilmektedir (Gomes vd., 2010; Kahraman vd., 2010; Mutlu vd., 2017). Son yıllarda, balların HMF değerlerinde görülen artışın, yüksek sıcaklıklara maruz kalma,

küresel iklim değışikliği, balın uzun süreli depolanması, sahtecilik ve yetersiz denetim, artan ticari üretim ve pastörizasyon, floral kaynakların ve bal kompozisyonunun etkisi ve düzenlemeler ve analiz farklılıkları gibi etkenlerden kaynaklandığı söylenilebilir.

#### 4.10. Analiz Edilen Bal Numunelerinin C4 Şeker Oranı (%)

Bal analizlerinde C4 şeker oranı, balın doğal olup olmadığını ve sahteciliğe uğrayıp uğramadığını belirlemede önemli bir parametredir. C4 şekerleri, genellikle mısır şurubu ve şeker kamışı gibi C4 karbon döngüsüne sahip bitkilerden elde edilen şekerleri ifade eder. Bu şekerler, bala dışarıdan katılan yapay şekerlerin bir göstergesi olarak kullanılır. Analiz, karbon izotopu oranlarının incelenmesiyle yapılır. Balın C4 bitkilerinden gelen şekerlerle zenginleştirilip zenginleştirilmediğı, izotopik sapmalara dayalı olarak belirlenir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğı'ne göre balın C4 şeker oranı en fazla %7 olmalıdır. Bu sınır, balın doğal kaynaklardan üretildiğini ve yapay tatlandırıcılarla sahtecilik yapılmadığını garanti etmek için belirlenmiştir. C4 şeker analizi, balın saflığını ve doğallığını değerlendirmek için kritik bir testtir. Tüketiciler, doğal bal satın almak için güvenilir üreticileri tercih etmeli ve denetlenmiş ürünleri seçmelidir. Bu analiz, bal sahteciliğıyle mücadelede temel bir araçtır. Bu çalışmada, analiz edilen bal numunelerinin C4 şeker oranının yıllar itibarıyla değıştiğı ve 2023 yılına kadar bu değerin %0 olduğu, ancak 2024 yılında bu oranın %1,66'ya yükseldiğı gözlenmiştir. Yıllara ait ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4.17, 4.18 ve Şekil 4.9).

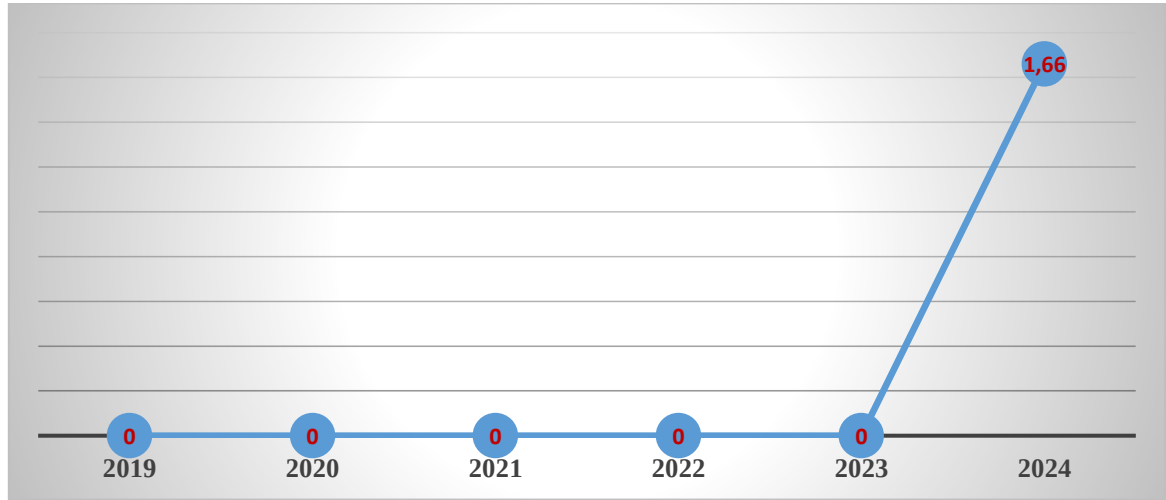
Tablo 4.17. Bal numunelerinin C4 şeker oranı değeriine ait Anova testi sonuçları

|               | <b>Kareler toplamı</b> | <b>Sd</b> | <b>Kareler ortalaması</b> | <b>F</b> | <b>P</b> |
|---------------|------------------------|-----------|---------------------------|----------|----------|
| Gruplar arası | 35,643                 | 5         | 17,821                    | 10,713   | 0,000    |
| Gruplar içi   | 88,165                 | 114       | 1,663                     |          |          |
| Toplam        | 123,808                | 119       |                           |          |          |

Tablo 4.18. Bal numunelerinin C4 şeker oranı değerine ait tanımlayıcı değerler (%)

| Yıl           | Ortalama          | Standart sapma | Standart hata | Minimum | Maximum |
|---------------|-------------------|----------------|---------------|---------|---------|
| 2019          | 0,00 <sup>a</sup> | 0,00           | 0,00          | 0,00    | 0,00    |
| 2020          | 0,00 <sup>a</sup> | 0,00           | 0,00          | 0,00    | 0,00    |
| 2021          | 0,00 <sup>a</sup> | 0,00           | 0,00          | 0,00    | 0,00    |
| 2022          | 0,00 <sup>a</sup> | 0,00           | 0,00          | 0,00    | 0,00    |
| 2023          | 0,00 <sup>a</sup> | 0,00           | 0,00          | 0,00    | 0,00    |
| 2024          | 1,66 <sup>b</sup> | 2,15           | 0,48          | 0,00    | 5,70    |
| <b>Toplam</b> | 0,28              | 1,50           | 0,20          | 0,00    | 5,70    |

<sup>a,b</sup>: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P \leq 0.05$ ).



Şekil 4.9. Bal numunelerinin C4 şeker oranı değerlerinin yıllar itibariyle değişimi (%)

Çiftçi (2018) tarafından yapılan bir araştırmada, kullanılan beş farklı firmaya ait bal örneklerinde C4 şeker oranları %3,53, %1,93, %0,00, %0,00 ve %0,00 olarak belirlenmiştir. Söz konusu çalışmada, tüm firmaların baldaki C4 şeker oranları TGK Bal Tebliğine uygun bulunmuştur. Balda C4 şeker oranının yüksek çıkmasının nedeni, genelde ekonomik kaygılar, çevresel değişiklikler ve sahtecilik uygulamalarıdır. Bu sorunun çözülmesi için, sıkı denetim ve kontrol mekanizmalarının oluşturulması, tüketicilerin bilinçlendirilmesi ve güvenilir üreticilerin tercih edilmesi, arıcılıkta doğal yöntemlerin teşvik edilmesi ve arıların beslenmesinde şeker şurubu kullanımının kontrol altına alınması gibi önlemler dikkate alınmalıdır.

#### 4.11. Analiz Edilen Bal Numunelerinin C13 Değerleri Arasındaki Fark

Bal numunelerinde  $\delta^{13}\text{C}$  (karbon-13 izotop oranı) değerleri arasındaki fark, balın doğal kaynaklı şekerler içerip içermediğini ve dışarıdan katkı (örneğin, mısır şurubu veya şeker kamışı şurubu) eklenip eklenmediğini belirlemek için kullanılır. Bu fark, balın protein fraksiyonu ile toplam karbon değerleri arasında hesaplanır ve balın saflığı hakkında bilgi verir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre çiçek ballarında, balda protein ve ham bal delta C13 değerleri arasındaki farkın -1,0 veya daha pozitif olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2012; Çiftçi, 2018). Bu çalışmada, analiz yapılan bal numunelerinin C13 değerleri arasındaki farkın -0,97 ile 1,69 arasında değiştiği ve ortalamasının %0,07 olduğu saptanmıştır (Tablo 21). Bal numunelerinin C13 değerleri arasındaki farklılıklara ait değerlerin yıllar itibariyle önemli düzeyde değişmediği ve ortalamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemsiz olduğu gözlenmiştir (Tablo 4.19). 2023-2024 yılları itibariyle C13 değerleri arasındaki farklılıkların azaldığı görülmüştür (Şekil 4.10).

Tablo 4.19. Bal numunelerinin C13 değerleri arasındaki farklılık değerlerine ait Anova testi sonuçları

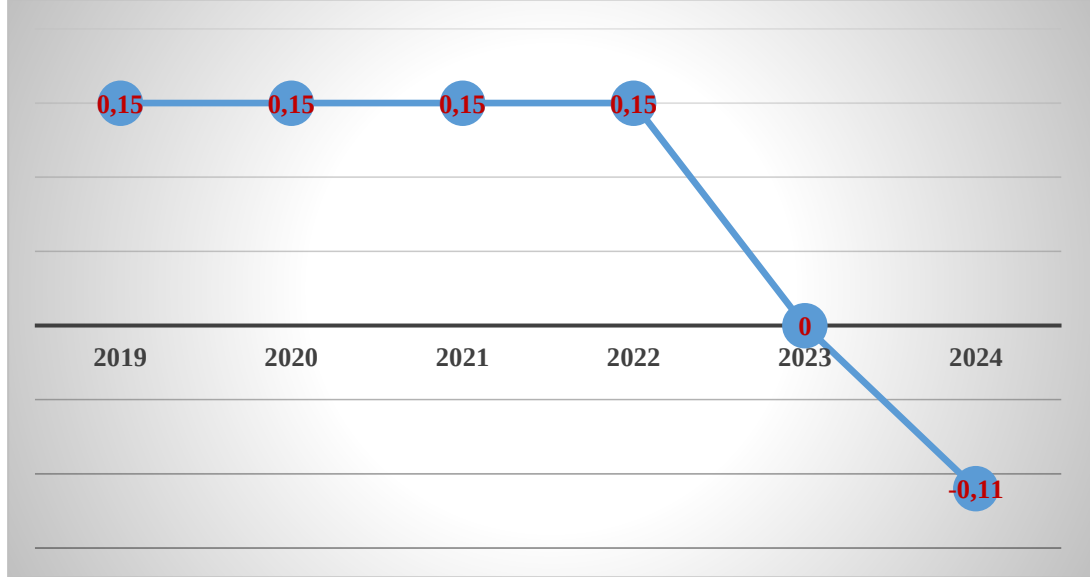
|               | Kareler toplamı | Sd  | Kareler ortalaması | F     | P     |
|---------------|-----------------|-----|--------------------|-------|-------|
| Gruplar arası | 1,236           | 5   | 0,247              | 1,534 | 0,186 |
| Gruplar içi   | 16,921          | 105 | 0,161              |       |       |
| Toplam        | 18,157          | 110 |                    |       |       |

Tablo 4.20. Bal numunelerinin C13 değerleri arasındaki farklılık değerlerine ait tanımlayıcı değerler (%)

| Yıl           | Ortalama | Standart sapma | Standart hata | Minimum | Maximum |
|---------------|----------|----------------|---------------|---------|---------|
| 2019          | 0,15     | 0,40           | 0,09          | 0,00    | 1,69    |
| 2020          | 0,15     | 0,40           | 0,09          | 0,00    | 1,69    |
| 2021          | 0,15     | 0,40           | 0,09          | 0,00    | 1,69    |
| 2022          | 0,15     | 0,40           | 0,09          | 0,00    | 1,69    |
| 2023          | 0,00     | 0,00           | 0,00          | 0,00    | 0,00    |
| 2024          | -0,11    | 0,55           | 0,12          | -0,97   | 0,69    |
| <b>Toplam</b> | 0,08     | 0,40           | 0,03          | -0,97   | 1,69    |

Bal numunelerindeki C13 değerleri farkı, balın saflığının ve doğallığının kritik bir göstergesidir. Bu değer yüksek olursa dışarıdan şeker katkısı yapıldığını veya arıların doğal beslenmeden mahrum bırakıldığını gösterir. Bu farkın kontrolü için sıkı denetim ve izotop analizi yapılması gereklidir. Doğal ve güvenilir bal üretimini teşvik etmek için,

arıların doğal nektar kaynaklarına erişimini sağlamak, şeker şurubu kullanımını azaltmak ve kalite kontrollerini sıkılaştırmak önemlidir.



Şekil 4.10. Bal numunelerinin C13 değerleri arasındaki farkın yıllar itibariyle değişimi (%)

#### 4.12. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Delta C13 Protein Değeri

Bal numunelerindeki delta C13 protein değeri ( $\delta^{13}C$  protein), balın saflığını ve katkısız olduğunu belirlemek için kullanılan bir izotopik analiz parametresidir. Bu değer, balın protein kısmının karbon-13 izotop oranını ölçerek, balın doğal olup olmadığını veya dışarıdan şeker eklenip eklenmediğini anlamaya yardımcı olur.  $\Delta\delta^{13}C$  değeri, balın toplam karbon ( $\delta^{13}C$  toplam) ile protein kısmı ( $\delta^{13}C$  protein) arasındaki farkı ifade eder.

$$\Delta\delta^{13}C = \delta^{13}C_{\text{toplam}} - \delta^{13}C_{\text{protein}} \quad (4.1)$$

Bu fark, doğal ballarda genellikle %0 ile %1 arasında olmalıdır. Delta C13 protein analizi, balın doğal ve katkısız olduğunu bilimsel olarak doğrulamak için kullanılan önemli bir araçtır. Katkılı ballar, özellikle protein ve toplam karbon fraksiyonu arasındaki izotopik farklarla kolayca tespit edilebilir. Tüketiciler için güvenilir bal üretimi ve ticareti bu tür analizlerle desteklenmektedir. Bu çalışmada, analiz yapılan bal numunelerinin yıllar itibariyle delta C13 protein değerine ait ortalamalar arasındaki farklılıkların

istatistiki olarak önemli ( $P \leq 0,05$ ) olduğu ve 2024 yılının diğer yıllara göre daha düşük C13 protein değerine sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.21; Tablo 4.22 ve Şekil 4.11).

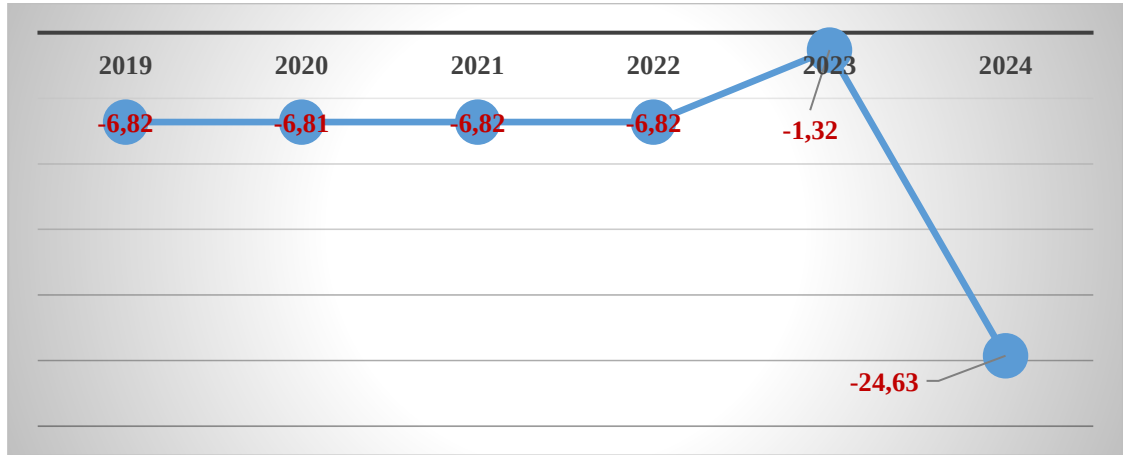
Tablo 4.21. Bal numunelerinin delta C13 protein değerine ait Anova testi sonuçları

|               | Kareler toplamı | Sd  | Kareler ortalaması | F      | P     |
|---------------|-----------------|-----|--------------------|--------|-------|
| Gruplar arası | 6368,127        | 5   | 1273,625           | 12,433 | 0,000 |
| Gruplar içi   | 11166,127       | 109 | 102,442            |        |       |
| Toplam        | 17534,254       | 114 |                    |        |       |

Tablo 4.22. Bal numunelerinin delta C13 protein değerlerine ait tanımlayıcı değerler (%)

| Yıllar        | Ortalama            | Standart sapma | Standart hata | Minimum | Maximum |
|---------------|---------------------|----------------|---------------|---------|---------|
| 2019          | -6,82 <sup>a</sup>  | 11,74          | 2,69          | -26,56  | 0,00    |
| 2020          | -6,81 <sup>a</sup>  | 11,73          | 2,69          | -26,62  | 0,00    |
| 2021          | -6,82 <sup>a</sup>  | 11,74          | 2,69          | -26,56  | 0,00    |
| 2022          | -6,82 <sup>a</sup>  | 11,74          | 2,69          | -26,56  | 0,00    |
| 2023          | -1,32 <sup>a</sup>  | 5,77           | 1,32          | -25,18  | 0,00    |
| 2024          | -24,63 <sup>b</sup> | 5,82           | 1,30          | -26,74  | 0,00    |
| <b>Toplam</b> | -8,87               | 12,40          | 1,15          | -26,74  | 0,00    |

<sup>a,b</sup>: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P \leq 0,05$ ).



Şekil 4.11. Bal numunelerinin delta C13 protein değeri (%)’nin yıllar itibariyle değişimi (%)

Analizi yapılan bal numunelerinin ham bal delta C13 değerlerine ait Anova testi sonuçları ve tanımlayıcı değerler Tablo 4.23 ve Tablo 4.24’te verilmiştir. Analiz edilen bal numunelerine ait delta C13 ham bal değerinin %-26,93 ile %0 arasında değiştiği ve

ortalamasının ise %-9,08 olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.24). Yıllar itibariyle 2024 yılının delta C13 ham bal değerinin diğer yıllara göre daha düşük olduğu ve bu sonucun da istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.23 ve Şekil 4.12).

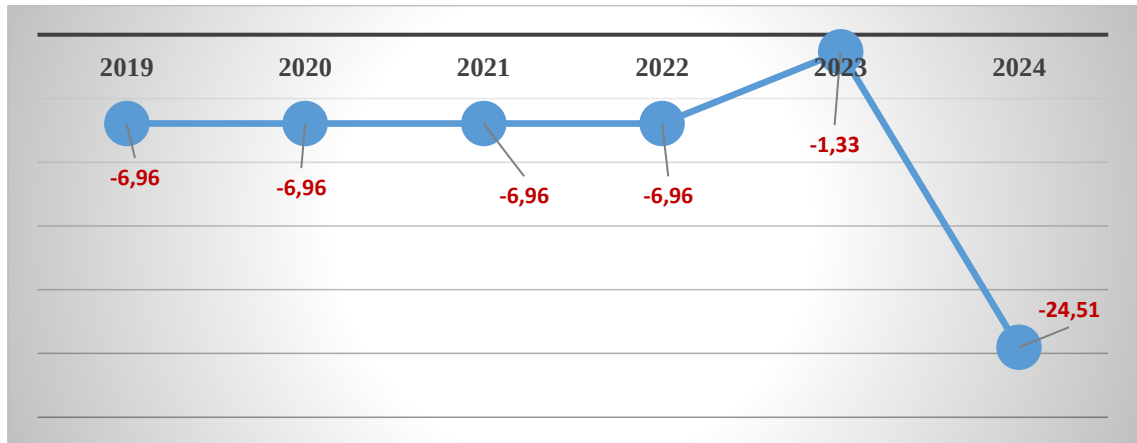
Tablo 4.23. Bal numunelerinin delta C13 ham bal değerine ait Anova testi sonuçları

|               | Kareler toplamı | Sd  | Kareler ortalaması | F      | P     |
|---------------|-----------------|-----|--------------------|--------|-------|
| Gruplar arası | 6246,361        | 5   | 1249,272           | 11,771 | 0,000 |
| Gruplar içi   | 11567,885       | 109 | 106,127            |        |       |
| Toplam        | 17814,247       | 114 |                    |        |       |

Tablo 4.24. Bal numunelerinin delta C13 ham bal değerlerine ait tanımlayıcı değerler (%)

| Yıllar | Ortalama            | Standart sapma | Standart hata | Minimum | Maximum |
|--------|---------------------|----------------|---------------|---------|---------|
| 2019   | -6,96 <sup>a</sup>  | 11,97          | 2,74          | -26,93  | 0,00    |
| 2020   | -6,96 <sup>a</sup>  | 11,97          | 2,74          | -26,93  | 0,00    |
| 2021   | -6,96 <sup>a</sup>  | 11,97          | 2,74          | -26,93  | 0,00    |
| 2022   | -6,96 <sup>a</sup>  | 11,97          | 2,74          | -26,93  | 0,00    |
| 2023   | -1,33 <sup>a</sup>  | 5,83           | 1,33          | -25,42  | 0,00    |
| 2024   | -24,51 <sup>b</sup> | 5,78           | 1,29          | -26,50  | 0,00    |
| Total  | -8,95               | 12,50          | 1,16          | -26,93  | 0,00    |

<sup>a,b</sup>: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P \leq 0.05$ ).



Şekil 4.12. Bal numunelerinin delta C13 ham bal değerinin yıllar itibariyle değişimi (%)

Doğal ham balda karbonhidratların ve proteinlerin  $\delta^{13}\text{C}$  değerleri birbirine çok yakın olur. Karbonhidrat ve protein  $\delta^{13}\text{C}$  farkı genellikle  $\leq \%1$  olmalıdır. Analiz edilen bal

numunelerinin delta C13 ham bal ve delta C13 protein değerleri arasındaki fark değerlerinin 0,01 ile 0,14 arasında değiştiği ve ortalamasının 0,07 olduğu ve analiz edilen bal numunelerinin doğal bal olduğu sonucuna varılmıştır (Tablo 4.25).

Tablo 4.25. Bal numunelerinin delta C13 protein ve delta C13 ham bal değerleri arasındaki farklılıklar

| Yıllar | Delta C13 protein | Delta C13 ham bal | $\Delta\delta^{13}C$ |
|--------|-------------------|-------------------|----------------------|
| 2019   | -6,82             | -6,96             | 0,14                 |
| 2020   | -6,81             | -6,96             | 0,15                 |
| 2021   | -6,82             | -6,96             | 0,14                 |
| 2022   | -6,82             | -6,96             | 0,14                 |
| 2023   | -1,32             | -1,33             | 0,01                 |
| 2024   | -24,63            | -24,51            | 0,12                 |
| Total  | -8,87             | -8,95             | 0,08                 |

#### 4.13. Analiz Edilen Bal Numunelerinin Şeker Kompozisyonu (g/100g)

Balın kuru madde içeriğinin yaklaşık %95-99 kadarını karbonhidratlar oluşturur. Balda bulunan en önemli karbonhidratlar ise monosakkaritler de denilen basit şekerlerdir. Balların tümünde en fazla bulunan monosakkaritler glukoz ve fruktozdur. Ayrıca balda maltoz, izomaltoz, furanoz, erloz, kojibioz, melezitoz ve kestoz gibi şekerler de bulunmaktadır. Balın şeker profili farklı kaynaklı balların özelliklerini belirlemek için en uygun kalite kriteridir. Bal tipleri arasında şeker kompozisyonlarına ilişkin önemli farklılıklar bulunmaktadır. Fruktoz, glukoz, sakaroz, maltoz ve glukoz/su oranı salgı balları için önemli bir karakterizasyon parametresi olarak görülmektedir. Bununla beraber ballardaki fruktoz/glukoz oranı da hem balın orjini hem de kristalleşme eğilimini gösteren önemli bir kalite kriteridir (Abu-Tarboush vd., 1993; Ötleş, 1995; Rodríguez vd., 2004; Bilgen Çınar, 2010; Kaplan, 2014). Genellikle bal içerisindeki fruktoz miktarı glukozdan fazladır. Fruktoz/glukoz oranı büyüdükçe balın şekerlenme eğilimi azalır. Fruktoz/glukoz oranı 1,0-1,2 arasında kristalizasyon çabuk, 1,3 veya daha fazlaysa kristalizasyon geç olmaktadır. Diğer taraftan olgunlaşmamış bir balda glukozu göre daha fazla sakaroz bulunduğu için şekerlenme yavaş olmaktadır. Ballardaki fruktoz/glukoz oranı hem balın orjini hem de kristalleşme eğilimini gösteren önemli bir kalite kriteridir (Bilgen Çınar, 2010; Genç ve Dodoloğlu, 2011; Kaplan, 2014). Balda invert şeker nektardaki sakarozun

asitler ve invertaz enzimi etkisiyle glukoz ve fruktoza parçalanması ile oluşmaktadır. Balın %69-78'lik kısmı invert şeker halindedir. Balların uzun süre depolanması, invert şeker oranının artmasına neden olmaktadır. Ballarda depolama süresi arttıkça yapısında bulunan monosakkarit oranında da bir azalma görülmektedir (Tolon, 1999; Bilgen Çınar, 2010; Genç ve Dodoloğlu, 2011; Kaplan, 2014). TKG Bal Tebliğinde çiçek ballarının fruktoz/glukoz oranının 0,9-1,4 arasında olmalıdır. Ancak bu oran kestane balında 1,0-1,85, akasya balında 1,2-1,85, kekik balında 1,0-1,65' dir. Fruktoz+glukoz miktarı ise en az %60 olmalıdır. Balda bulunması gereken sakaroz miktarı ise en fazla %5 olmalıdır. Ancak yalancı akasya, adi yonca, tatlı yonca, kırmızı okaliptüs, meşin ağacı, narenciye ballarında ise en fazla %10 olması gerektiği belirtilmektedir (Anonim, 2012).

Tablo 4.26. Doğal balda şeker kompozisyonu

| Şeker Türü     | Oran (g/100g) | Açıklama                                               |
|----------------|---------------|--------------------------------------------------------|
| Fruktoz (F)    | 30-45 g       | Balda en yüksek oranda bulunan şeker. Tatlılık sağlar. |
| Glukoz (G)     | 25-40 g       | Kristalleşme eğilimini etkiler.                        |
| Sukroz (S)     | 0.1-5 g       | Olgunlaşmamış balda biraz daha yüksek olabilir.        |
| Maltoz         | 2-8 g         | Arıların nektarı işlemesi sırasında oluşur.            |
| Diğer Şekerler | 1-5 g         | İz miktarda bulunan trehaloz, izomaltoz gibi şekerler. |

Kaynak: Anonim (2012).

#### 4.13.1. Fruktoz Oranı

Fruktoz, balın ana şekerlerinden biri olup, balın toplam şeker içeriği içinde önemli bir orana sahiptir. Bu çalışmada, analiz edilen bal numunelerinin yıllar itibariyle fruktoz oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar saptanmıştır (Tablo 4.27). Balların fruktoz oranları 35,0 ile 44,4 arasında değişirken, ortalama 40,45 g/100g olarak belirlenmiştir. Söz konusu değerin, diğer yıllara göre 2024 yılında daha düşük olduğu görülmüştür (Tablo 29, Şekil 14). Çetin vd (2011) tarafından yapılan çalışmada, incelenen bal numunelerinin fruktoz oranı ortalaması 33,43 olarak belirlenmiştir. Sunay vd. (2003), fruktoz miktarını çiçek balında %26,57-47,20 (ortalama %39,63), salı balında ise %29,02-36,65 (ortalama %32,20) olarak belirlemişlerdir. Çiftçi (2018) tarafından yapılan bir araştırmada, kullanılan beş farklı firmaya ait bal örneklerinin fruktoz oranları, %36,20, %38,19, %38,29, %35,56 ve %36,62 olarak tespit edilmiştir.

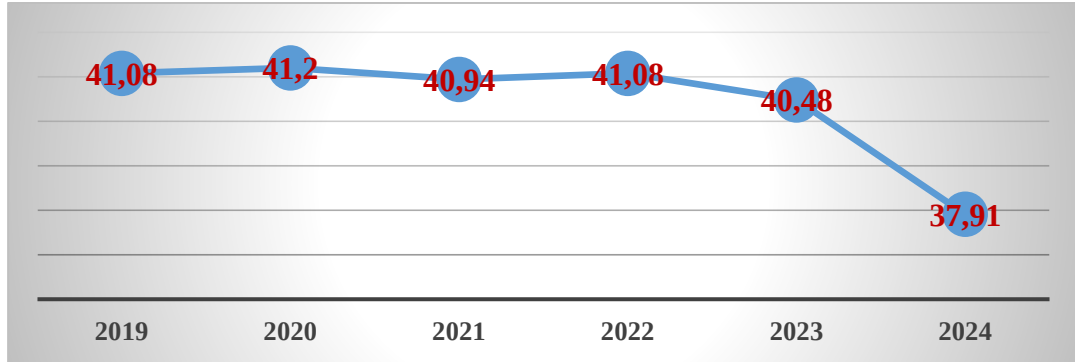
Tablo 4.27. Bal numunelerinin fruktoz oranlarına ait Anova F testi sonuçları

|               | Kareler toplamı | Sd  | Kareler ortalaması | F     | P     |
|---------------|-----------------|-----|--------------------|-------|-------|
| Gruplar arası | 161,388         | 5   | 32,278             | 6,475 | 0,000 |
| Gruplar içi   | 568,292         | 114 | 4,985              |       |       |
| Toplam        | 729,680         | 119 |                    |       |       |

Tablo 4.28. Bal numunelerinin fruktoz oranlarına (%) ilişkin için tanımlayıcı değerler

| Yıllar        | Ortalama           | Standart sapma | Standart hata | Minimum | Maximum |
|---------------|--------------------|----------------|---------------|---------|---------|
| 2019          | 41,08 <sup>b</sup> | 2,34           | 0,52          | 35,9    | 44,4    |
| 2020          | 41,20 <sup>b</sup> | 2,43           | 0,54          | 35,9    | 44,4    |
| 2021          | 40,94 <sup>b</sup> | 2,51           | 0,56          | 35,0    | 44,4    |
| 2022          | 41,08 <sup>b</sup> | 1,91           | 0,42          | 36,9    | 43,4    |
| 2023          | 40,48 <sup>b</sup> | 2,34           | 0,52          | 35,2    | 44,0    |
| 2024          | 37,91 <sup>a</sup> | 1,72           | 0,38          | 35,6    | 42,7    |
| <b>Toplam</b> | 40,45              | 2,47           | 0,22          | 35,0    | 44,4    |

<sup>a,b</sup>: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P \leq 0.05$ ).



Şekil 4.13. Bal numunelerinin fruktoz oranlarının yıllar itibarıyla değişimi

#### 4.13.2. Glukoz Oranı

Bal analizlerinde glukoz, balın kimyasal bileşimini ve kalitesini değerlendirmek için önemli bir parametredir. Glukoz, balın ana şekerlerinden biridir ve balın tat, kıvam ve kristalleşme özelliklerini belirler. Bal analizlerinde glukoz genellikle fruktoz ile birlikte ölçülür ve bu ölçüm, balın doğal olup olmadığını ve özelliklerini değerlendirmek için kullanılır. Glukoz miktarı balın kristalleşme hızını etkiler. Yüksek glukoz içeriğine sahip ballar (örneğin ayçiçeği balı) daha hızlı kristalleşir. Glukoz miktarı, balın nem içeriği ile

de ilişkilidir. Düşük nem oranına sahip ballar daha uzun süre kristalleşmeden kalabilir. Doğal balda glukoz miktarı genellikle toplam şeker içeriğinin %25-40'ı arasındadır. Avrupa ve TKG'ne göre doğal balda glukoz ve fruktozun toplamı en az %60 olmalıdır (çam balı hariç). Sadece çam balında bu değer en az %45 olarak belirlenmiştir. Glukoz miktarının belirlenmesi, balın doğal olup olmadığını ve ticari standartlara uygunluğunu anlamak açısından önemlidir. Bu çalışmada, incelenen bal numunelerinin glukoz oranının 26,4 ile 36,0 arasında değiştiği ve ortalamasının 32,59 g/100g olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.30). Yıllar itibariyle bal numunelerinin glukoz oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar saptanmış ve 2024 yılında glukoz oranının diğer yıllara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.29).

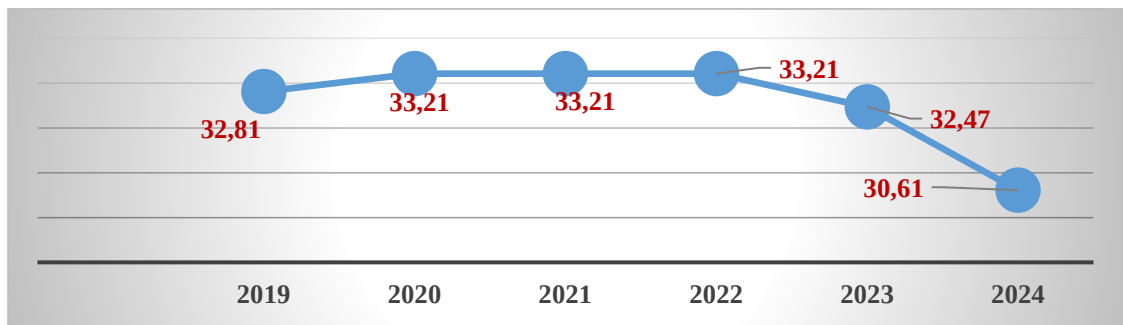
Tablo 4.29. Bal numunelerinin glukoz oranlarına ait Anova testi sonuçları

|               | Kareler toplamı | Sd  | Kareler ortalaması | F     | P     |
|---------------|-----------------|-----|--------------------|-------|-------|
| Gruplar arası | 102,727         | 5   | 20,545             | 5,432 | 0,000 |
| Gruplar içi   | 431,165         | 114 | 3,782              |       |       |
| Toplam        | 533,892         | 119 |                    |       |       |

Tablo 4.30. Bal numunelerinin glukoz oranlarına ilişkin tanımlayıcı değerler

| Yıllar        | Ortalama           | Standart sapma | Standart hata | Minimum     | Maximum     |
|---------------|--------------------|----------------|---------------|-------------|-------------|
| 2019          | 32,81 <sup>b</sup> | 2,11           | 0,47          | 28,6        | 35,9        |
| 2020          | 33,21 <sup>b</sup> | 1,88           | 0,42          | 29,6        | 36,0        |
| 2021          | 33,21 <sup>b</sup> | 1,88           | 0,42          | 29,6        | 36,0        |
| 2022          | 33,21 <sup>b</sup> | 1,88           | 0,42          | 29,6        | 36,0        |
| 2023          | 32,47 <sup>b</sup> | 1,62           | 0,36          | 29,2        | 34,8        |
| 2024          | 30,61 <sup>a</sup> | 2,21           | 0,49          | 26,4        | 35,6        |
| <b>Toplam</b> | <b>32,59</b>       | <b>2,11</b>    | <b>0,19</b>   | <b>26,4</b> | <b>36,0</b> |

<sup>a,b</sup>: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P \leq 0.05$ ).



Şekil 4.14. Bal numunelerinin glukoz kompozisyonunun yıllar itibariyle değişimi

Sunay vd. (2003) glukoz miktarını çiçek balında %30,02-41,30 (ortalama %35,43) olarak belirlemişlerdir. Çetin vd (2011) tarafından yapılan çalışmada, incelenen bal numunelerinin glukoz oranı ortalama 27,61 olarak belirlenmiştir. Yapılan bir diğer araştırmada ise, kullanılan beş farklı firmaya ait bal örneklerinin glukoz oranları, %34,19, %35,22, %35,22, %29,65 ve %33,68 olarak tespit edilmiştir (Çiftçi, 2018).

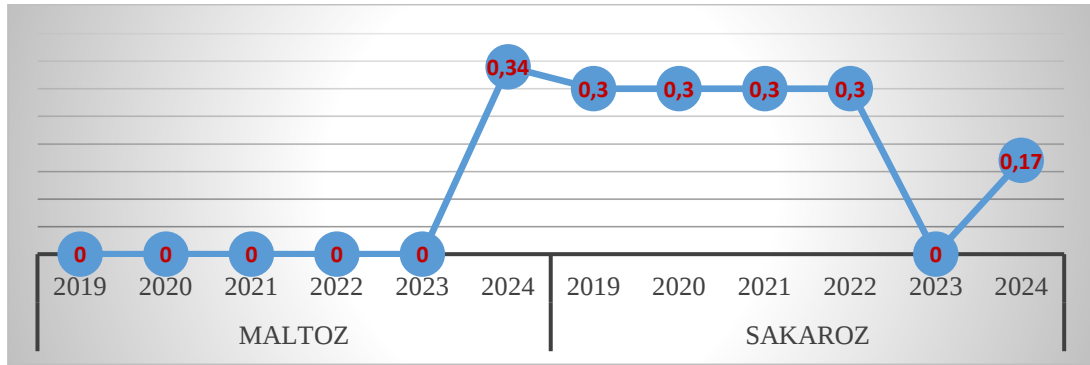
#### 4.13.3. Maltoz ve Sakaroz Oranı

Bal numunelerinin analizinde maltoz oranı, balın kalite kontrolünde ve saflık değerlendirilmesinde dikkate alınan parametrelerden biridir. Maltoz, doğal balda düşük miktarlarda bulunur ve genellikle glikoz moleküllerinin birleşmesiyle oluşan bir disakkarittir. Balın doğal yapısında maltoz miktarı genellikle düşüktür. Yüksek maltoz içeriği, bala dışarıdan şeker şurupları veya işlenmiş maddeler eklenmiş olabileceğinin bir işareti olabilir. Doğal çiçek ballarında maltoz oranı genellikle toplam şeker içeriğinin %1-5'inden azdır. Balın türüne (çiçek, salgı balı vb.) ve nektar kaynağına bağlı olarak bu oran değişebilir. Avrupa Birliği ve TKG'ne göre, balda fruktoz ve glikoz dışındaki şekerlerin (örneğin maltoz) oranı düşük olmalıdır. Balda maltoz miktarının artması genellikle taklit ve tağşiş (örneğin, mısır şurubu veya invert şeker ilavesi) ile ilişkilendirilir. Doğal balda maltoz oranı genellikle %1-3 arasındadır. Bal numunelerinin analizinde sakaroz oranı, balın doğallığını ve katkısızlığını belirlemek için önemli bir kalite kriteridir. Sakaroz, doğal balda düşük seviyelerde bulunması beklenen bir disakkarittir. Sakarozun kaynağı, bal arılarının nektarı toplarken taşıdığı doğal şekerden gelir ve balın olgunlaşma sürecinde enzimler tarafından büyük oranda glikoz ve fruktoza dönüşür. Doğal balda sakaroz oranı genellikle düşüktür (%0-5 arasında). Yüksek sakaroz oranı, bala dışarıdan şeker şurubu (örneğin pancar şekeri) veya ticari şeker eklenmiş olabileceğini gösterebilir. TKG Bal Tebliği ve uluslararası standartlara göre çiçek ballarında sakaroz oranı en fazla %5 olmalıdır. Salgı ballarında (çam balı gibi) sakaroz oranı en fazla %10 olabilir. Sakaroz oranı, balın doğal olup olmadığını anlamak ve kalite standartlarına uygunluğunu değerlendirmek için kritik bir parametredir. Düşük sakaroz oranı, balın olgun ve katkısız olduğunu gösterirken, yüksek sakaroz oranı balın işlenmiş veya tağşiş edilmiş olabileceğine işaret edebilir. Analiz sonuçlarının, balın türüne ve kaynaklandığı bitki örtüsüne uygun şekilde yorumlanması önemlidir. Bu çalışmada, incelenen bal numunelerinin maltoz oranları arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu, sakaroz

oranları arasındaki farklılıkların ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.31, 4.32, Şekil 4.15). Maltoz oranının 2024 yılında diğer yıllara göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Tablo 4.31. Bal numunelerinin maltoz ve sakaroz oranlarına ait Anova testi sonuçları

|         |               | Kareler toplamı | Sd  | Kareler ortalaması | F     | P     |
|---------|---------------|-----------------|-----|--------------------|-------|-------|
| Maltoz  | Gruplar arası | 1,955           | 5   | 0,391              | 3,019 | 0,014 |
|         | Gruplar içi   | 13,730          | 106 | 0,130              |       |       |
|         | Toplam        | 15,685          | 111 |                    |       |       |
| Sakaroz | Gruplar arası | 1,075           | 5   | 0,215              | 0,259 | 0,934 |
|         | Gruplar içi   | 88,022          | 106 | 0,830              |       |       |
|         | Toplam        | 89,097          | 111 |                    |       |       |



Şekil 4.15. Bal numunelerinin maltoz ve sakaroz oranlarının yıllar itibariyle değişimi

Tablo 4.32. Bal numunelerinin maltoz ve sakaroz oranlarına (%) ilişkin tanımlayıcı değerler

| Yıllar  |               | Ortalama          | Std. sapma | Std. hata | Minimum | Maximum |
|---------|---------------|-------------------|------------|-----------|---------|---------|
| Maltoz  | 2019          | 0,00 <sup>a</sup> | 0,00       | 0,00      | 0,0     | 0,0     |
|         | 2020          | 0,00 <sup>a</sup> | 0,00       | 0,00      | 0,0     | 0,0     |
|         | 2021          | 0,00 <sup>a</sup> | 0,00       | 0,00      | 0,0     | 0,0     |
|         | 2022          | 0,00 <sup>a</sup> | 0,00       | 0,00      | 0,0     | 0,0     |
|         | 2023          | 0,00 <sup>a</sup> | 0,00       | 0,00      | 0,0     | 0,0     |
|         | 2024          | 0,34 <sup>b</sup> | 0,85       | 0,19      | 0,0     | 2,7     |
|         | <b>Toplam</b> | 0,06              | 0,37       | 0,03      | 0,0     | 2,7     |
| Sakaroz | 2019          | 0,30              | 1,04       | 0,23      | 0,0     | 4,5     |
|         | 2020          | 0,30              | 1,04       | 0,23      | 0,0     | 4,5     |
|         | 2021          | 0,30              | 1,04       | 0,23      | 0,0     | 4,5     |
|         | 2022          | 0,30              | 1,04       | 0,23      | 0,0     | 4,5     |
|         | 2023          | 0,00              | 0,00       | 0,00      | 0,0     | 0,0     |
|         | 2024          | 0,17              | 0,52       | 0,11      | 0,0     | 1,8     |
|         | <b>Toplam</b> | 0,24              | 0,89       | 0,08      | 0,0     | 4,5     |

<sup>a,b</sup>: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P \leq 0.05$ ).

Bu çalışmada, analiz edilen bal numunelerinde maltoz oranının 0 ile 2,7 arasında değiştiği ve ortalamasının 0,06 g/100g olduğu, sakaroz oranının ise 0 ile 4,5 ile değiştiği ve ortalamasının ise 0,24 g/100g olduğu belirlenmiştir. Çetin vd (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, incelenen bal numunelerinin sakaroz oranı ortalama 5,53 olarak belirlenmiştir. Kurt ve Yamankaradeniz (1982), yaptıkları çalışmada baldaki sakaroz oranını %5,78; Akyüz ve ark. (1995) ise %1,77-7,33 arasında bulmuşlardır. Sunay vd. (2003), sakaroz miktarını çiçek balında %0,53-4,99 (ortalama %2,29) olarak belirlemişlerdir. Bal Tebliği ve TS 3036'ya (Anonim 2002) göre, balda sakaroz miktarı çiçek balında en fazla %5 olmalıdır. Çiftçi (2018) tarafından yapılan bir çalışmada sakaroz tespit edilememiştir. TGK Bal Tebliği'ne göre balda bulunması gereken sakaroz miktarı en fazla %5 olmalıdır. Ancak, yalancı akasya, adi yonca, tatlı yonca, kırmızı okaliptüs, meşin ağacı, narenciye ballarında ise en fazla %10 olması gerektiği belirtilmektedir (Anonim, 2012).

#### **4.13.4. Fruktoz/Glukoz Oranı**

Bal numunelerinde fruktoz/glukoz (F/G) oranı, balın tatlılık düzeyi, kristalleşme eğilimi ve doğallığı hakkında bilgi veren önemli bir parametredir. Fruktoz ve glukoz, balın temel monosakkaritleridir ve toplam şeker içeriğinin büyük bir kısmını oluşturur. Bu oran balın kimyasal yapısını ve tüketiciye sunduğu özellikleri değerlendirmek için kullanılır. F/G oranı 1'den büyükse (yani fruktoz glukozdan fazla ise), bal daha yavaş kristalleşir veya hiç kristalleşmez. Örneğin, akışkan bal türleri (akasya balı gibi) genellikle yüksek F/G oranına sahiptir. F/G oranı 1'e yakın veya küçükse (yani glukoz fruktozdan fazla ise), bal daha hızlı kristalleşir. Örneğin, ayçiçeği balı gibi ballar hızlı kristalleşir. Fruktoz glukozla göre daha tatlı olduğu için, F/G oranı yüksek olan ballar daha tatlı algılanır. Fruktoz/glukoz oranı, balın doğal olup olmadığını, kristalleşme eğilimini ve tatlılık düzeyini belirleyen temel bir göstergedir. Doğal ballarda bu oran genellikle belirli aralıklar içinde olur ve balın kaynağına göre değişir. F/G oranının standartların dışında olması, katkı maddesi eklenmesi veya balın saflığıyla ilgili bir sorun olabileceğini gösterebilir. TGK Bal Tebliğinde çiçek ballarının fruktoz/glukoz oranının 0,9-1,4 arasında olmalıdır. Ancak, bu oran kestane balında 1,0-1,85, akasya balında 1,2-1,85 ve kekik balında 1,0-1,65'dir. Bu çalışmada, incelenen bal numunelerinin yıllar itibariyle fruktoz/glukoz oranının 1,10 ile 1,39 arasında değiştiği (ortalama 1,24) ve yıllar itibariyle

bu oranlar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (Tablo 4.33, 4.34, Şekil 4.16).

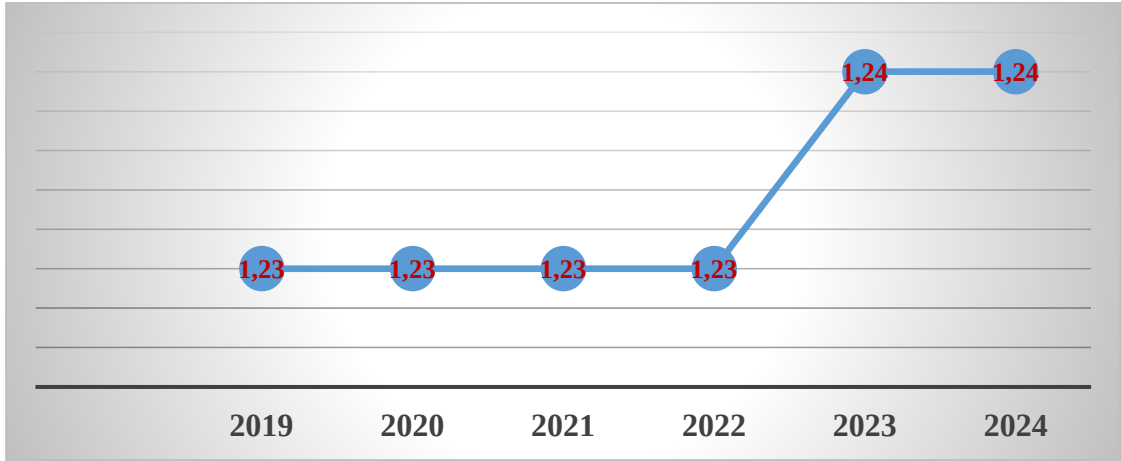
Tablo 4.33. Bal numunelerinin fruktoz/glukoz oranına ait Anova testi sonuçları

|               | <b>Kareler toplamı</b> | <b>Sd</b> | <b>Kareler ortalaması</b> | <b>F</b> | <b>P</b> |
|---------------|------------------------|-----------|---------------------------|----------|----------|
| Gruplar arası | 0,001                  | 5         | 0,000                     | 0,089    | 0,994    |
| Gruplar içi   | 0,212                  | 114       | 0,002                     |          |          |
| Toplam        | 0,212                  | 119       |                           |          |          |

Çetin vd (2011) tarafından yapılan çalışmada, incelenen bal numunelerinin fruktoz/glikoz oranı ortalama 1,22 olarak belirlenmiştir. Sunay ve ark. (2003), Fruktoz/Glukoz oranını çiçek balında 0,77-1,49 (ortalama 1,12) olarak belirlemişlerdir. Yapılan diğer bir araştırmada (Çiftçi, 2018), kullanılan 5 farklı firmaya ait bal örneklerinin fruktoz/glukoz oranlarının, 1,06, 1,09, 1,09, 1,19 ve 1,09 olduğu saptanmıştır. Söz konusu çalışmada, bal örneklerinin ortalama fruktoz/glukoz oranları bakımından aralarındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ancak, çalışmada kullanılan firmalara ait örneklerin fruktoz/glukoz oranları TKG Bal Tebliğine uygun bulunmuştur.

Tablo 4.34. Bal numunelerinin fruktoz/glukoz oranlarına ilişkin tanımlayıcı değerler

| <b>Yıllar</b> | <b>Ortalama</b> | <b>Standart sapma</b> | <b>Standart hata</b> | <b>Minimum</b> | <b>Maximum</b> |
|---------------|-----------------|-----------------------|----------------------|----------------|----------------|
| 2019          |                 |                       |                      |                |                |
| 2020          | 1,23            | 0,03                  | 0,00                 | 1,16           | 1,32           |
| 2021          | 1,23            | 0,03                  | 0,00                 | 1,16           | 1,32           |
| 2022          | 1,23            | 0,03                  | 0,00                 | 1,16           | 1,32           |
| 2023          | 1,24            | 0,02                  | 0,00                 | 1,21           | 1,28           |
| 2024          | 1,24            | 0,06                  | 0,01                 | 1,10           | 1,39           |
| <b>Toplam</b> | 1,24            | 0,04                  | 0,00                 | 1,10           | 1,39           |



Şekil 4.16. Bal numunelerinin fruktoz/glukoz oranının yıllar itibariyle değişimi

#### 4.13.5. Fruktoz+Glukoz

Bal numunelerinde fruktoz + glukoz (F+G) miktarı, balın doğallığını, kalitesini ve kaynağını belirlemek için temel bir parametredir. Fruktoz ve glukoz, balın toplam şeker içeriğinin büyük bir kısmını oluşturur ve balın enerji değerinin ana kaynağıdır. Ayrıca, balın fiziksel özelliklerini, tatlılık seviyesini ve kristalleşme eğilimini etkiler. Fruktoz + glukoz oranı, balın kalite kontrolünde en kritik parametrelerden biridir. Doğal ballarda bu oran belirli sınırlar içinde olur ve balın türüne bağlı olarak değişiklik gösterebilir. F+G miktarının düşük olması, balın katkılı veya olgunlaşmadan hasat edilmiş olabileceğine işaret edebilir. Standartlara uygun değerlerin sağlanması, balın doğal ve kaliteli olduğunu doğrulamak için gereklidir. F+G miktarının düşük olması, bala katkı maddesi (örneğin şeker şurubu) eklenmiş olabileceğini gösterebilir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği' ne göre Fruktoz+glukoz miktarının en az %60 olması gerekmektedir. Bu çalışmada, incelenen bal numunelerinin fruktoz+glukoz değerlerinin yıllar itibariyle 63,0 ile 78,6 arasında değiştiği ve ortalamasının 73,11 g/100g olduğu ve 2024 yılı değerinin diğer yıllara göre daha düşük olduğu ve bu sonucunda istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.35, 4.36, Şekil 4.17).

Tablo 4.35. Bal numunelerinin fruktoz+glukoz oranına ait Anova testi sonuçları

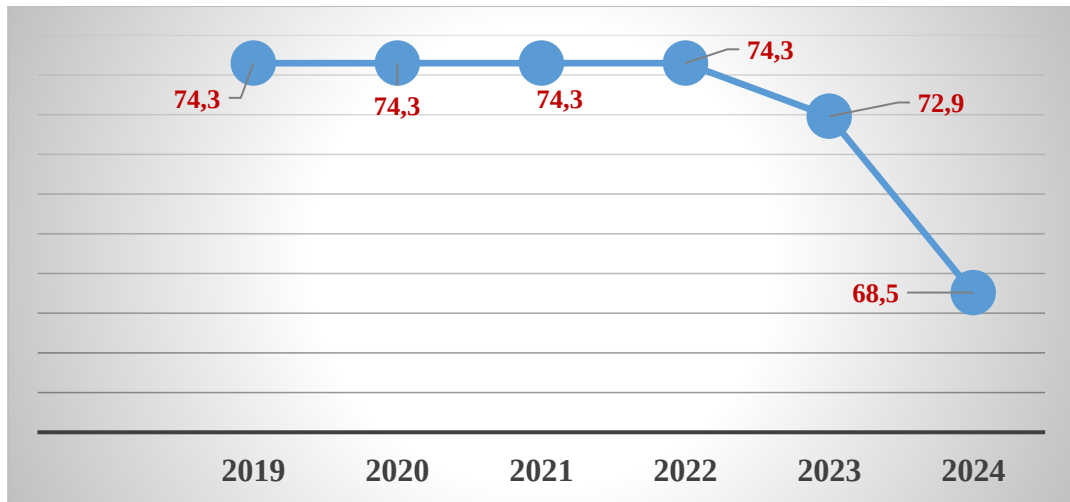
|               | Kareler toplamı | Sd  | Kareler ortalaması | F     | P     |
|---------------|-----------------|-----|--------------------|-------|-------|
| Gruplar arası | 534,180         | 5   | 106,836            | 7,934 | 0,000 |
| Gruplar içi   | 1535,006        | 114 | 13,465             |       |       |
| Toplam        | 2069,186        | 119 |                    |       |       |

Tablo 4.36. Bal numunelerinin fruktoz+glukoz oranına (g/100 g) ilişkin tanımlayıcı değerler

| Yıllar        | Ortalama           | Standart sapma | Standart hata | Minimum | Maximum |
|---------------|--------------------|----------------|---------------|---------|---------|
| 2019          | 74,30 <sup>b</sup> | 3,61           | 0,80          | 66,5    | 78,6    |
| 2020          | 74,30 <sup>b</sup> | 3,61           | 0,80          | 66,5    | 78,6    |
| 2021          | 74,30 <sup>b</sup> | 3,61           | 0,80          | 66,5    | 78,6    |
| 2022          | 74,30 <sup>b</sup> | 3,61           | 0,80          | 66,5    | 78,6    |
| 2023          | 72,96 <sup>b</sup> | 3,88           | 0,86          | 64,4    | 78,5    |
| 2024          | 68,52 <sup>a</sup> | 3,65           | 0,81          | 63,0    | 77,9    |
| <b>Toplam</b> | 73,11              | 4,16           | 0,38          | 63,0    | 78,6    |

<sup>a,b</sup>: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P \leq 0.05$ ).

Çetin vd (2011) tarafından yapılan çalışmada bal örneklerinin glukoz+fruktoz toplamı ortalama 61,04 olarak belirlenmiştir. Daha önce yapılan bir araştırmada, kullanılan beş farklı firmaya ait bal örneklerinin fruktoz+glukoz miktarları ise, 70,39, 73,39, 73,52, 65,20 ve 70,30 olarak bildirilmiştir. Söz konusu çalışmada, balların ortalama fruktoz+glukoz miktarı bakımından grup ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ancak, çalışmada kullanılan firmalara ait bal örneklerinin fruktoz+glukoz miktarlarının TKG Bal Tebliğine uygun olduğu açıklanmıştır (Çiftçi, 2018).



Şekil 4.17. Bal numunelerinin fruktoz+glukoz oranının yıllar itibariyle değişimi

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bal, içerdği doğal şekerler sayesinde önemli bir enerji kaynağıdır ve insan sağlığına katkılarıyla çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Ancak balın faydalı olabilmesi için, besin değerini oluşturan kimyasal bileşenlerin korunması büyük önem taşır. Bala yapılan hileler, yanlış işleme ve depolama yöntemleri bu değerleri düşürerek sağlık riskleri oluşturabilir. Tüketici sağlığını korumak adına, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olmayan balların tespit edilip piyasadan kaldırılması önemlidir. Yapılan çalışmada, analizi yapılan bal numunelerinin ortalama 740.33 g olarak ve cam kavanoz içerisinde kargoyla verilerek analize gönderildiği belirlenmiştir. Yıllar itibariyle bal analizlerinde kullanılan numune miktarının azaldığı sonucuna görülmüştür. Analize gönderilen bal numunelerinin sıcaklık değerlerinin 17,70 ile 23,40 °C arasında değiştiği ve gerekli sıcaklık değerine uygun olduğu anlaşılmıştır. Analiz edilen bal numunelerinin nem içeriklerinin, %13,92 ile %19,80 arasında değiştiği ve ortalama değerinin %16,84 olduğu belirlenmiştir. Yıllar itibariyle, balların nem içeriği değerlerinin yıllar geçtikçe arttığı görülmüş, ancak elde edilen ortalama değerler arasındaki farklılıkların önemli olmadığı saptanmıştır. Analiz edilen bal numunelerine ait diastaz sayısı değerlerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli bulunmadığı belirlenmiş ve bal numunelerinin diastaz sayısı değerlerinin 10,10 ile 51,30 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bal numunelerinin elektriksel iletkenlik değerlerine bakıldığında, numunelerin elektriksel iletkenlik değerlerinin 0,15 ile 2,1 ms/cm arasında değiştiği (ortalama 0,90 ms/cm) ve elde edilen ortalamalar arasındaki farklılıkların istatistiki anlamda önemi olmadığı saptanmıştır. Prolin değerleri bakımından, analiz edilen bal numunelerinin 372,20 ile 1150,90 mg/kg arasında değiştiği (ortalama 639,89 mg/kg) belirlenmiştir. Yıllar itibariyle bal numunelerinin prolin değerlerindeki değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bal numunelerinin serbest asitlik değerlerinin 10,50 ile 28,70 meq/kg arasında değiştiği ve (ortalama 16,62 meq/kg) saptanmıştır. Serbest asitlik değerlerinin yıllar itibariyle azaldığı görülse de bu azalma istatistiksel anlamda önemli olmamıştır. Analiz sonuçlarına göre bal numunelerinin HMF değerlerinin 0 ile 23,20 arasında değiştiği ve ortalamasının 2,88 mg/kg olduğu

belirlenmiştir. Bal numunelerinin HMF değerleri yıllar itibariyle artsa da bu artışın istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür. Bal numunelerindeki C4 şeker oranlarının yıllar itibariyle değiştiği ve önceki yıllara oranla 2024 yılında önemli düzeyde bir artış gösterdiği tespit edilmiştir. Analiz edilen bal numunelerinin C13 değerleri arasındaki farklılıkların ise -0,97 ile 1,69 arasında değiştiği ve ortalamasının %0 olduğu belirlenmiştir. Bal numunelerinin C13 değerleri arasındaki farklılıkların yıllar itibariyle değişmediği ve ortalamalar arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olmadığı gözlenmiştir. Bal numunelerinin yıllar itibariyle delta C13 protein değerine ait ortalamalar arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu saptanmıştır. 2024 yılının diğer yıllara göre daha düşük C13 protein değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bal numunelerine ait delta C13 ham bal değerinin %-26,93 ile %0 arasında değiştiği ve ortalamasının ise %-9,08 olduğu görülmüştür. Yıllar itibariyle 2024 yılının delta C13 ham bal değerinin diğer yıllara göre daha düşük olduğu ve bu sonucun da istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Analiz edilen bal numunelerinin delta C13 ham bal ve protein değerleri arasındaki farklılık değerlerinin 0,01 ile 0,14 arasında değiştiği (ortalama 0,07) ve analiz edilen bal numunelerinin bu açıdan doğal bal olduğu sonucuna varılmıştır. Analiz sonuçları, bal numunelerinin yıllar itibariyle fruktoz oranları arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğunu göstermiştir. Ballardaki fruktoz oranları 3,05 ile 44,4 g/100g arasında değişirken ortalama 40,45 g/100g olarak belirlenmiştir. Söz konusu özellik bakımından, diğer yıllara göre 2024 yılında daha düşük bir değer elde edilmiştir. İncelenen bal numunelerinin glukoz oranının 26,4 ile 36 arasında değiştiği ve ortalamasının 32,59 g/100g olduğu saptanmıştır. Yıllar itibariyle bal numunelerinin glukoz oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu ve 2024 yılında glukoz oranının diğer yıllara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. İncelenen balların maltoz oranları arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu, sakaroz oranları arasındaki farklılıkların ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Maltoz oranının 2024 yılında diğer yıllara göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bal numunelerinde maltoz oranının 0 ile 2,7 arasında değiştiği ve ortalamasının 0,06 g/100g olduğu, sakaroz oranının ise 0 ile 4,5 ile değiştiği ve ortalamasının ise 0,24 g/100g olduğu belirlenmiştir. Bal numunelerinin fruktoz/glukoz oranının 1,10 ile 1,39 arasında değiştiği ve ortalamasının 1,24 olduğu belirlenmiştir. Elde edilen ortalama değerler arasındaki farklılıkların önemli olmadığı görülmüştür. Fruktoz+glukoz değerlerinin yıllar itibariyle 63,0 ile 78,6 g/100g arasında değiştiği ve ortalamasının 73,11 g/100g olduğu,

2024 yılı değerinin diğer yıllara göre daha düşük olduğu ve bu sonucunda istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Tarım Kredi Kooperatifinin üreticiden aldığı balları ülkemizin önde gelen akredite laboratuvarlarında analiz ettirerek Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olup olmaması durumuna göre satın alması ve pazarlaması, şüphesiz Bingöl balının kalitesi üzerine olumlu etkiler yapması beklenmektedir. Ancak, bu konuda yapılmış henüz herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, konuyla ilgili bir çalışma yürütülmesi planlanmış ve bu çalışmada Tarım Kredi Kooperatifi tarafından başlatılan bu uygulamanın Bingöl balının kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Üreticilerden bal alımı ve bu balların analizi uygulamasına ilk başlandığı yıllarda, üreticilerden alınan balların büyük oranda Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olmaması nedeniyle satın alınmamaktaydı. Ancak, daha sonraki yıllarda balların kalitesindeki beklenen iyileşme nedeniyle satın alınan bal miktarı da gittikçe artmış ve 2024 yılında üreticilerin ballarının büyük bir kısmı satın alınmıştır. reticileri daha kaliteli bal üretimine zorlayan bu uygulama, Bingöl balının kalitesinin artmasına büyük katkı sağlamıştır. Tarım Kredi Kooperatifinin bu uygulaması, piyasada gittikçe artan tağşili ve sahte ballar nedeniyle tüketicinin mağdur olmaması ve sağlıksız ürün tüketmemesi açısından büyük önem taşımaktadır. Tarım ve Kredi kooperatifi, üreticiden alıp analize gönderdiği balların standartlara uygun olması durumunda, bunları kendi marketlerinde satışa sunması aynı zamanda üreticinin balının pazarlanması bakımından da oldukça önemlidir. Bu çalışmada, üreticiden alınan ballara ait son 6 yıllık analiz sonuçlarının incelenmesi, bazı özellikler bakımından üretim yıllarının önemli olabildiğini göstermiştir. Ancak, tüm yıllara ait veriler incelendiğinde, bal numunelerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, Tarım ve Kredi kooperatifinin başlatmış olduğu bu uygulama, hem üreticiye sağladığı üretim ve pazarlama aşamalarındaki destekler, hem de tüketicide ekonomik yönden ve sağlık açısından sağladığı yararlar değerlendirildiğinde, en azından üreticinin arzu edilen üretim bilinci düzeyine ulaşıncaya kadar sürdürülmesi yararlı olacaktır.

## KAYNAKLAR

Abu-Tarboush, H., Al-Kahtani, H. and EL-Sarrange, M. (1993). Floral type identification and quality evaluation of some honey types, *Food Chemistry*, 46,13-17.

Acar, İ. ve Yıldırım, İ. (2000). Mandıra İşleten Dönerlere Tarımsal Kalkınma Kooperatifine Ortak İşletmelerin Ekonomik Analizi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (1), 61-70.

Akyüz, N., Bakırcı, İ., Ayar, A. ve Tunçtürk, Y. (1995). Van Piyasasında Satışa Sunulan Balların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ve Bunların İlgili Standarda Uygunluğu Üzerinde Bir Araştırma. Gıda, 20 (5), 321-326.

Aloglu, A. K., Harrington, P. de B., Sahin, S., Demir, C., and Gunes, M. E. (2017). Chemical profiling of floral and chestnut honey using high-performance liquid chromatography-ultraviolet detection. *Journal of Food Composition and Analysis*, 62, 205–210.

Anonim, (2012). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 27 Temmuz 2012 Tarih ve 28366 Sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Aydın, C. (2021). Çiftçilerin Tarım Kredi Kooperatiflerine Üye Olmalarını Etkileyen Faktörler: Samsun İli Bafra İlçesi Örneği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, s. 79.

Batu, A., Küçük, E. ve Çimen, M. (2013). Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgeleri çiçek ballarının fizikokimyasal ve biyokimyasal değerlerinin belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(1), 52-62.

Belay, A., Solomon, WK., Bultossa, G., Adgaba, N. ve Melaku, S. (2013). Physicochemical properties of the Harenna forest honey, Bale, Ethiopia. *Food Chemistry*, 141(4), 3386–3392.

Can, M., Sayılı, M. ve Kalanlar, G. (2014). Üretici Açısından Kooperatiflerin Ürün Pazarlama Yönetimindeki Yeri: Toslak-Yeniköy-Hacıkerimler Köyleri Tarımsal Kalkınma Kooperatifi. Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5(2), 39-50.

Can, M. (2015). Üreticilerin Pazarlama Stratejisi Olarak Kooperatifleşme: Alanya Örneği. Doktora Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tokat, s. 199.

Chua, L. S., Rahaman, N. L. A., Adnan, N A., Tijh, T. and Tan, E. (2013). Antioxidant activity of three honey samples in relation with their biochemical components. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*.

Costa, I., Albuquerque, M., Trugo, I., Quinteiro, I., Barth, O., Ribeiro, M. and Demaria, C. (1999). Determination of non-volatile compounds of different botanical origin Brazilian honeys. *Food Chemistry*, 65, 347-352.

Çetin, K., Alkın, E., Uçurum, M. H. Ö. (2011). Piyasada satılan çiçek ballarının kalite kriterlerinin belirlenmesi. *Journal of Food and Feed ScienceTechnology*, 11, 49-56.

Çıkın, A. ve Yercan, M. (1995). Tarımda üretici örgütlenmesi, Türkiye Ziraat Müh. IV. Teknik Kongresi, TOBB, Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara.

Çıkın, A. (2013). Dünyada Kooperatifler, (<http://blog.milliyet.com.tr>) (Erişim tarihi: 14.03.2024).

Çınar, S. B. ve Ekşi, A. (2012). Türkiye’de Üretilen Çam Balının Kimyasal Profili. *Gıda*, 37(3), 149-156.

Çiftçi, E. (2014). Konya Yöresel Yayla Balı İle Püren Balının Kalite Kriterleri Yönünden Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Çiftçi, M. ve Parlat S. S. (2018). Konya Bölgesindeki Marketlerde Satılan Farklı Ticari Çiçek Ballarının Bazı Kimyasal Özelliklerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine Uygunluğunun Araştırılması *Selçuk J Agr Food Sci*, 32 (1), 38-42.

Doğan, M. (2013). Ege Bölgesinde Üretilen Hayıt ve Çam Ballarında Isıtmanın ve Depolama Süresinin Hidroksi Metil Furfurol Miktarı ve Diastaz Sayısı Üzerine Etkisi Yüksek Lisans Tezi, *Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aydın, s. 75.

Engin, M. ve Özdemir, G. (2022). Kooperatiflerde Çok Yönlü Politikaların, Ortak Memnuniyetleri ve Kooperatifçilik Bilinci Üzerindeki Etkisi: Tarım Kredi Kooperatifleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 28-38.

Erçin, F. (2002). Türk Hukuku'nda Kooperatif Tüzel Kişiliğinin Ayırıcı Özellikleri, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Everest, B. (2009). Tarımsal Ürünlerin Pazarlanmasında Çiftçi Örgütlerinin Rolü ve Önemi: Çanakkale Tarımsal Kalkınma Kooperatifleri Örneği. Yüksek Lisans Tezi, 18 Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Çanakkale, s. 76.

Fechner, D. C., Moresi, A. L., Díaz, J. D. R., Pellerano, R. G., and Vazquez, F. A. (2016). Multivariate classification of honeys from Corrientes (Argentina) according to geographical origin based on physicochemical properties. *Food Bioscience*, 15, 49-54.

Genç, F. ve Dodoloğlu, A. (2011). Arıcılığın Temel Esasları, Erzurum, *Atatürk Üniversitesi Yayınları* (931), p. 22.

Gomes, S., Dias, L. G., Moreira, L. L., Rodrigues, P. and Estevinho, L. (2010). Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology* 48(2), 544-548.

Gültekin Özgüven, M., Demircan, E. ve Özçelik, B. (2020). Çeşitli Yörelerimizde Üretilen Çiçek Ballarının Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi ve Türk Gıda Kodeksi'ne Uygunluğunun Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (20), 321-326.

Hermosín, I., Chicón, R. M. and Cabezudo, M. D. (2003). Free amino acid composition and botanical origin of honey, *Food Chemistry*, 83(2), 263-268.

Huang, L., Liu, H., Zhang, B. and Wu, D. (2015). Application of Electronic Nose with Multivariate Analysis and Sensor Selection for Botanical Origin Identification and Quality Determination of Honey. Doi:10.1007/s. 11947-014-1407-6.

Islam, A., Khalil, I., Islam, N., Moniruzzaman, M., Mottalib, A., Sulaiman, S.A. and Gan, S. H. (2012). Physicochemical and antioxidant properties of Bangladeshi honeys stored for more than one year. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 12(1), 177.

İnan, İ. H. (2004). Türkiye'de Tarımsal Kooperatifçilik ve AB Modeli. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın No:40, İstanbul.

İnan, H. (2008). Türkiye’de Tarımsal Kooperatifçilik ve AB Modeli, İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın no:2008-73, İstanbul.

Kahraman, T., Buyukunal, S. K., Vural, A., Altunatmaz, S. S. (2010). Physico-chemical properties in honey from different regions of Turkey. *Food Chemistr* 123(1), 41-44.

Kambur, M., Yıldız, İ. ve Kekeçoğlu, M. (2015). Düzce İli Yığılca İlçesinde Üretilen Balların Kimyasal ve Paninolojik Analiz Yöntemleri ile Değerlendirilmesi, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 15 (12), 67-79.

Kaplan, H. B. (2014). Ege Bölgesi Ballarının Kimyasal Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli

Karabagias, I. K., Badeka, A. V., Kontakos, S., Karabournioti, S. and Kontominas, M. G. (2014). Botanical discrimination of Greek unifloral honeys with physico-chemical and chemometric analyses. *Food Chemistry* 165, 181-190.

Kekecoglu, M. ve Rasgele, P. G. (2013). Physico-chemical analyses of Turkish honey samples: The assessment of quality of branded honeys available in the supermarkets and unbranded honeys from beekeepers. *AgroFOOD Industry Hi Tech*-January/February, 24(1), 38-41.

Kılıç Topuz, B. (2017). Samsun İli Tarımsal Üretici Birliklerinde Güven ve Performansa Etkili Faktörler. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, s. 430.

Koç, G. ve Uzmay, A. (2018). Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Üreticilerin Kooperatif Kanalıyla Süt Pazarlama Olasılığını Etkileyen Faktörler: Trakya Bölgesi Örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 24(2), 203-214.

Köroğlu, S. (2003). Avrupa Birliğinde ve Türkiye’de Tarımsal Örgütlenme, AT Uzmanlı Tezi, Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Dış İlişkiler ve Avrupa Topluluğu Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Kurt, A. ve R. Yamankaradeniz. (1982). Erzurum İli Merkezinde Tüketilen Süzme Ballar Üzerinde Bir Araştırma. *Gıda*, 7(3)115-120.

Kutlu, M. ve Bengü, AŞ. (2015). Gaziantep’te üretilen balların kalite kriterlerinin belirlenmesi, *Tr. Doğa ve Fen Derg.* 4(1), 48-53.

Kutlu, M. A. ve Bengü, A. Ş. (2020). Muş ilinde Üretilen Ballarda Bazı Kalite Kriterleri ile Antibiyotik ve Pestisit Kalıntılarının Tespiti. *BÜSAD*, 1(1), 1-6.

Küçük, M., Kolaylı, S., Karaoğlu, Ş., Ulusoy, E., Baltacı, C. and Candan, F. (2007). Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chemistry*, 100(2), 526–534.

Mendes, E., E. Brojoproença, I. M. P. L. V. O. Ferreira and Ferreira M. A. (1998). Quality Evaluation of Portuguese Honey. *Carbohydrate Polymers*, 37, 219-223.

Mutlu, C., Erbaş, M. ve Arslan Tontul, S. (2017). Bal ve Diğer Arı Ürünlerinin Bazı Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda*, 15(1), 75-83.

Ötleş, S. (1995). Bal ve Bal Teknolojisi (Kimyası ve Analizleri). Alaşehir Meslek Yüksekokulu Yayınları, Manisa.

Özbek, H. (2003). Türkiye de Arılar ve Tozlaşma sorunu, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 41-44.

Özcan, O. (2007). Türkiye’de Kooperatifçiliğin Tarihi Gelişimi ve Cumhuriyet Dönemi Kooperatifçiliği, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Kooperatifçilik Bilim Dalı, İstanbul.

Özge Toy, N. ve Şahinler, N. (2022). Quality Parameters of Honey, an Important Bee Product. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 10(sp1), 2841–2847.

Pehlivan, T. ve Gül, A. (2016). Türkiye de Üretilen Keçiboynuzu, Kekik ve Sütleğen Ballarının Kimyasal Özellikleri, *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (21).

Rodriguez, G. O., Sulbaran, B., Ferrer, A. and Rodriguez, B. (2004). Characterization of honey produced in Venezuela. *Food Chemistry*, 84, 499-502.

Sayın, C., Mencet, N. ve Taşçıoğlu, Y. (2007). Süt Pazarlama ve Dağıtım Yapısında Kooperatiflerin Rolü ve Önemi, Antalya İli Örneği. Gazi Üniversitesi Koop- Mer 2007 Ulusal Kooperatifçilik Sempozyumu, Ankara. s. 140.

Silici, S. (2018). Antioxidant And Physicochemical Properties of Chestnut Honeys From Turkey. Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C Biology, 27(2), 104-114.

Solayman, M., Islam, M. A., Paul, S., Ali, Y., Khalil, M. I., Alam, N. and Gan, S. H. (2016). Physicochemical Properties, Minerals, Trace Elements, and Heavy Metals in Honey of Different Origins: A Comprehensive Review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 15(1), 219–233.

Sunay, E. A., Altıparmak, Ö., Doğaroğlu, M. ve Gökçen, J. (2003). Türkiye’de ve dünyada bal üretimi, ticareti ve karşılaşılan sorunlar. II. Marmara Arıcılık Kongresi, Yalova.

Sunay, A. E. (2006). Balda Antibiyotik Kalıntısı Sorunu, Uludağ Arıcılık Dergisi, 6(4), 143–148.

Sunay, A. E., Boyacıoğlu, D. (2008). Türk Çam Balının Belirleyici Özellikleri. 1. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Cam Balı Kongresi. 25-27 Kasım 2008. Muğla.

Tolon, B. (1999). Muğla ve Yöresi Çam Ballarının Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniv. Fen Bil. Enst. İzmir, s. 75.

Tosi, E., Ciappini, M., Re, E. and Lucero, H. (2002). Honey thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content. Food Chemistry, (77), 71-74.

Türk Gıda Kodeksi (2020). Bal Tebliği 2020/7.

TS 13365 (2008). Bal-Su muhtevası tayini -Refraktometrik metot.

TS 3036 (2010). Bal.

TS 13360 (2008). Bal-Serbest asit muhtevasının tayini.

TS 13364 (2008). Bal-Diastaz aktivitesi tayini.

TRGM (2022). <https://www.tarimorman.gov.tr/> (Erişim tarihi: 14.03.2024).

Turan, A. ve Mülâyim, Z. G. (1994). Süt Fabrikası İşleten Tonya ve Bütün Köylerini Kalkındırma Kooperatifinin Tarımsal Kooperatif İşletmeciliği Yönünden Analizi. 94 Kooperatifçilik Yıllığı. Türk Kooperatifçilik Kurumu, Yay. No:85, Ankara, s. 34-45.

Yasar, S. and Sogutlu, I. (2020). Investigation of Acidity, Diastase Number, HMF, Insoluble Dry Matter and Ash Percentage Values of Some Honey Samples Produced in Bingöl and Districts. Van Vet J, 31(1), 42-45.

Yıldız, İ., Göçrasgele, P. ve Keçeoğlu, M., (2016). Çal, Pamuk, Yayla ve Ayçiçeği Ballarının Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 16 (11), 12-19.

Yılmaz, İ. ve Aydoğmuş, F. (2007). Yaş Sebze ve Meyve Üretim Pazarlamasında Kooperatifler ile Üretici Birlikleri. Gazi Üniversitesi Koop-Mer 2007 Ulusal Kooperatifçilik Sempozyumu, Ankara. s. 151.

Yercan, M. (2003). Tarım Kooperatifleri, Ege Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi, Çiftçi Broşürü, s. 34.

Yücel, B. (2008). Çam Balı ile İlgili Genel Özellikler. 1. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi. 25-27 Kasım 2008. Muğla.

## EKLER



**T.C.**  
**TARIM ve ORMAN BAKANLIĞI**  
**MRL ÖZEL GIDA KONTROL LABORATUVARI**  
*(TURKISH REPUBLIC MINISTRY OF AGRICULTURE AND FORESTRY*  
*MRL PRIVATE FOOD CONTROL LABORATORY)*  
**MUAYENE VE ANALİZ RAPORU**  
*(ANALYSIS REPORT)*



Test  
TS EN ISO/IEC 17025  
AB-0184-T

AB-0184-T

12229818/00

12-22

|                                                                                      |                                                                                     |                                                |                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Rapor No / Revizyon No (Report No / Revision No)                                     | : 12229818 / 00                                                                     | Rapor Tarihi (Report Date)                     | : 02.12.2022                                    |
| Numuneye İlgilin Gelen Yazının Tarihi (Date of Incoming Letter Regarding the Sample) | : -                                                                                 | Sayısı (Number)                                | : -                                             |
| Analiz Amacı (Reason of Analysis)                                                    | : OZEL (PRIVATE REQUEST)                                                            |                                                |                                                 |
| Numuneyi Gönderen Kurum/Kuruluş (Sample Sent by)                                     | : TARIM KREDİ BİRLİK TARIM ÜRÜNLERİ HAY. AMB. PET. NAK. İTH. İHR. SAN. VE TİC. A.Ş. |                                                |                                                 |
| Adresi (Address)                                                                     | : Etilbeyat Mah. Ceyhan Atuf Kansu Cad. ATA Plaza No: 100-A Balgat ÇANKAYA / ANKARA |                                                |                                                 |
| Numune Alma Tutanağının Tarihi & Sayısı (Date and Number of Sampling Protocol)       | : - & -                                                                             | Güvenlik Mühür No (Seal Number):               | : -                                             |
| Numune Cinsi (Sample Type)                                                           | : Bal (Honey)                                                                       |                                                |                                                 |
| Seri-Parti No (Serial-Lot)                                                           | : - / Ekrem Işık                                                                    | Ambalajı (Package)                             | : Kapaklı Plastik Kavanoz (Covered Plastic Jar) |
| Miktarı (Amount)                                                                     | : 1088 g                                                                            | Üretim Tarihi (Production Date)                | : -                                             |
| Son Tüketim Tarihi (Expiry Date)                                                     | : -                                                                                 | T. Edilen Tüketim Tarihi (R. Consumption Date) | : -                                             |
| Üretici Firma Adı/Üretici Kodu (Producer Company/Code)                               | : -/-                                                                               |                                                |                                                 |
| Numuneyi Alan (Sample Taken by)                                                      | : -                                                                                 | Marka (Brand)                                  | : -                                             |
| Alındığı Tarih (Date of Sampling)                                                    | : -                                                                                 | Yer (Picking Location)                         | : -                                             |
| Numune Kodu (Sample Code)                                                            | : -                                                                                 | Geliş Şekli (Delivery of Sample)               | : Kargo (by Cargo)                              |
| Numunenin Kabul Tarihi & Saati (Date of Receipt)                                     | : 23.11.2022 15:36                                                                  | Sıcaklığı ("C)(Temperature)                    | : 17.8                                          |
| Analiz Başlama Tarihi (Date of Beginning Analysis)                                   | : 23.11.2022                                                                        | Bitiş Tarihi (End of Analysis)                 | : 02.12.2022                                    |

<sup>1</sup>Soğuk zincirde taşınması gereken numuneler için doldurulması zorunludur. (It is mandatory to fill in the samples that need to be transported in the cold chain)

| Analiz<br>(Analysis)                                                          | Sonuç/Ölçüm Belirsizliği<br>(Result/Uncertainty) | Birim<br>(Unit) | LOD/LOQ<br>(LOD/LOQ) | Geri Kazanım (%)<br>(Recovery (%)) | Cihaz<br>(Instrument)                   | Analiz Metodu<br>(Method)                  | Limit<br>(Limit) | Değerlendirme<br>(Conformity) |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|------------------|-------------------------------|
| Nem(RuHubet) (Moisture) <sup>1,2</sup>                                        | 16.24 ± 0.15                                     | %               |                      |                                    | Refraktometre<br>(Refractometer)        | IHC, S.09-11                               |                  |                               |
| Diastaz Sayısı (Number Of Diastase) <sup>1,2</sup>                            | 13.8 ± 0.8                                       |                 |                      |                                    | Spektrofotometre<br>(Spectrophotometer) | IHC, S.38-40                               |                  |                               |
| Elektriksel İletkenlik (Electrical Conductivity) <sup>1,2</sup>               | 0.23 ± 0.01                                      | ms/cm           |                      |                                    | Kondüktometre<br>(Conductometer)        | IHC, S.15-17                               |                  |                               |
| Prolin (Proline) <sup>1,2</sup>                                               | 373.7 ± 14.2                                     | mg/kg           |                      |                                    | Spektrofotometre<br>(Spectrophotometer) | IHC, S.58-59                               |                  |                               |
| Serbest Asitlik (Free Acidity) <sup>1,2</sup>                                 | 16.0 ± 1.7                                       | meq/kg          |                      |                                    | Ph Metre (Ph Meter)                     | IHC, S.20-22                               |                  |                               |
| HMF (Hydroxymethylfurfural) <sup>1,2</sup>                                    | 8.3 ± 0.8                                        | mg/kg           | 1.0                  |                                    | HPLC-DAD                                | IHC, S.25-27                               |                  |                               |
| Şeker Kompozisyonu (Sugar Composition) <sup>1,2</sup>                         |                                                  |                 |                      |                                    | HPLC-RID                                | AOAC 977.20                                |                  |                               |
| Fruktoz (Fructose)                                                            | 41.5 ± 4.4                                       | g/100 g         |                      |                                    |                                         |                                            |                  |                               |
| Glukoz (Glucose)                                                              | 35.9 ± 3.8                                       | g/100 g         |                      |                                    |                                         |                                            |                  |                               |
| Maltöz (Maltose)                                                              | Tespit Edilmedi (Not Detected)                   | g/100 g         | 0.5                  |                                    |                                         |                                            |                  |                               |
| Sakkaroz (Sucrose)                                                            | 1.5 ± 0.2                                        | g/100 g         | 0.5                  |                                    |                                         |                                            |                  |                               |
| Fruktoz+Glukoz (Fructose+Glucose)                                             | 1.16                                             |                 |                      |                                    |                                         |                                            |                  |                               |
| Fruktoz+Glukoz (Fructose+Glucose)                                             | 77.4                                             | g/100 g         |                      |                                    |                                         |                                            |                  |                               |
| Sulfanamid Grubu Antibiyotikler (Sulphonamide Group Antibiotics) <sup>1</sup> |                                                  |                 |                      |                                    | LC-MS/MS                                | Rapid Commun, Mass Spectrom, 21, 3487-3496 |                  |                               |
| Sulfadiazine                                                                  | Tespit Edilmedi (Not Detected)                   | µg/kg           | 5                    |                                    |                                         |                                            |                  |                               |
| Sulfathiazole                                                                 | Tespit Edilmedi (Not Detected)                   | µg/kg           | 5                    |                                    |                                         |                                            |                  |                               |
| Sulfadoxine                                                                   | Tespit Edilmedi (Not Detected)                   | µg/kg           | 5                    |                                    |                                         |                                            |                  |                               |
| Sulfamerler                                                                   | Tespit Edilmedi (Not Detected)                   | µg/kg           | 5                    |                                    |                                         |                                            |                  |                               |
| Sulfabenzamide                                                                | Tespit Edilmedi (Not Detected)                   | µg/kg           | 5                    |                                    |                                         |                                            |                  |                               |
| Sulfamethazine                                                                | Tespit Edilmedi (Not Detected)                   | µg/kg           | 5                    |                                    |                                         |                                            |                  |                               |
| Sulfachlorpyridazine                                                          | Tespit Edilmedi (Not Detected)                   | µg/kg           | 5                    |                                    |                                         |                                            |                  |                               |
| Sulfisoxazole                                                                 | Tespit Edilmedi (Not Detected)                   | µg/kg           | 5                    |                                    |                                         |                                            |                  |                               |

**Not: 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu gereği elektronik imza ile imzalanmıştır.**

E-imzalı belge doğrulama linki: <https://trlims.sgs.com/Eimza/EimzaKontrol.aspx?ID=590de74f-7b37-4238-bec6-f238dbbc96fb10>

[illegible]

MRL Merkez Kalıntı Araştırma Laboratuvarı A.Ş.

Pirreis Mh. İsmet İnönü Bulv. No:51 Yenışehir/MERSİN - TÜRKİYE t 0324 328 1596 f 0324 329 4722 [www.mrl.com.tr](http://www.mrl.com.tr)

2.05-F24 Rev.19 / 22.04.2022

 $\frac{1}{3}$ 

Resim 1. İstatistiki analizlerde kullanılan bal analiz raporu